4.2 Estrategias

4.2.1 Diferentes fases de recuperación de la lesión

"Las intervenciones nutricionales deberían ser coordinadas con las diferentes fases del proceso de recuperación para optimizar el proceso de curación" (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

Las etapas en el proceso de curación son las siguientes:

La fase de la lesión
La fase aguda/inflamatoria
La fase de reparación/regeneración
La fase de reacondicionamiento

La fase de lesión es cuando acaba de ocurrir la lesión y los músculos o los ligamentos están dañados. Esto provoca que las roturas de los capilares sanguíneos que pasan a través de ellos también se rompan y se dañen, y que la sangre se libere dentro y alrededor del área dañada. El primer reflejo, que dura desde unos pocos segundos hasta 10 minutos, debido al daño y al dolor en el área dañada, es la vasoconstricción, es decir, un estrechamiento de los vasos sanguíneos para ayudar a reducir la pérdida de sangre de los vasos dañados. El daño en los vasos sanguíneos impide que la sangre fresca llegue a los tejidos musculares, lo que impide que el oxígeno y los nutrientes lleguen a los músculos y las células. El resultado es que las células comienzan a morir debido a la falta de oxígeno. Si la persona continúa ejercitándose, la tasa de muerte del tejido aumentará, ya que la demanda de oxígeno será alta. ("The 4 Stages of Injury Management & Treatment" n.d., https://bit.ly/2BmkPzG).

Después de la fase de lesión se inician los procesos de recuperación. Desde esta perspectiva, la recuperación de una lesión puede clasificarse en dos fases distintas: la fase aguda o la fase de inmovilización, y la fase de recuperación funcional (rehabilitación y reentrenamiento/reacondicionamiento). Durante las fases iniciales, se observan con frecuencia la pérdida de masa muscular y la atrofia, y existe el riesgo de que aumente la masa de grasa corporal como resultado de una

ingesta excesiva de energía o una recuperación deficiente debido a una ingesta insuficiente.

Fase aguda de la lesión

Lesión muscular significa

> que las miofibrillas se rompen y se necrosan. Se forma un hematoma y las células inflamatorias invaden libremente la lesión porque los vasos sanguíneos están rotos. Las células inflamatorias más abundantes son los leucocitos polimorfonucleares, que son reemplazados por los monocitos unas horas después de la lesión. Eventualmente estas células se transformarán en macrófagos. Los macrófagos eliminarán las miofibrillas necrosadas mediante la fagocitosis, pero también producirán, junto con los fibroblastos, señales quimiotácticas como citoquinas, quimioquinas y factores de crecimiento. La matriz extracelular (ECM) también contiene factores de crecimiento que se activan cuando el tejido está dañado. (Baoge et al., 2012, https://bit.ly/2BHGwdA).

La fase aguda de la lesión se caracteriza por la presencia de inflamación. La inflamación actúa como una señal para comenzar a reparar, pero si es excesiva, se cree que produce más daños que beneficios; por lo tanto, generalmente se sugiere el manejo de la inflamación como parte del tratamiento durante esta fase inicial.

Reparación/regeneración

La regeneración y la curación de heridas tomarán un tiempo, y demorarán mucho más para algunas lesiones que para otras. Generalmente, una parte del organismo (normalmente un miembro) se tiene que inmovilizar y no se puede cargar. Esto a su vez significa que el gasto energético diario se reduce considerablemente. Cualquier ejercicio se enfoca en grupos musculares no lesionados.

El riesgo de esta fase donde el gasto energético generalmente será menor y donde cierta pérdida de masa muscular es inevitable, es administrar la ingesta de energía y minimizar el desgaste muscular. Es importante notar que las primeras dos semanas después de la inmovilización causarán la mayor pérdida relativa de masa muscular (Wall y van Loon, 2013)

“La ingesta de energía diaria se tiene que ajustar a las necesidades actuales. Es importante notar que ciertas lesiones por estrés metabólico requieren un aumento en los requerimientos de energía, como las fracturas de huesos o caminar con muletas” Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey). Por lo tanto,

se recomienda monitorizar cuidadosamente el gasto energético y la ingesta para mantener el balance energético. El balance energético negativo provocará una recuperación inadecuada (principalmente al reducir la síntesis de proteínas). El balance energético positivo provocará una deposición de grasa innecesaria y aumento de peso.

Fase de reacondicionamiento y fase de recuperación funcional

"La fase de reacondicionamiento, la etapa final en el proceso de curación, tiene lugar desde aproximadamente 3 semanas después de la lesión hasta aproximadamente 1 año" ("The 4 Stages of Injury Management & Treatment", n.d., https://bit.ly/2DR5j0i). Durante una fase de inmovilización o uso reducido, el desgaste muscular generará una reducción en la fortaleza y la función, y que haya diferencias entre el miembro izquierdo y el derecho. En la fase de recuperación funcional, el músculo se tendrá que recuperar y la función tendrá que regresar. Por ende, esta fase se caracteriza por la hipertrofia progresiva y la recuperación funcional. Implica un regreso progresivo al antiguo nivel del deportista. El mayor gasto energético, como el volumen y la intensidad del entrenamiento aumentan, requiere un aumento en la ingesta diaria de carbohidratos a aproximadamente 3 a 5 g de carbohidratos/ kg de p. c. Se debe mantener el foco en la ingesta de proteínas.

4.2.2 Administrar el balance energético y el peso corporal

La ingesta de energía del jugador se debe ajustar a las demandas de energía diaria y la fase de recuperación. El costo energético del fútbol es de aproximadamente 1000 a 1500 kcal para un partido de 90 minutos, dependiendo de la posición de juego, las tácticas, la masa corporal y la composición del jugador. El gasto energético promedio diario de un jugador de fútbol de élite es de aproximadamente 3500 kcal (Anderson y cols., 2017). Las demandas energéticas del entrenamiento varían según el tipo, la duración y la intensidad del entrenamiento, pero el costo energético de una sesión de entrenamiento típica es menor que el de un partido. La cantidad de energía requerida también depende de la masa magra (en kg) del jugador individual, siendo que los más musculosos usan más energía. Claro que el gasto energético cambia durante períodos de lesión e inactividad relativa.

Durante estos períodos de inactividad relativa, es importante evitar un aumento de peso importante, pero al mismo tiempo, necesitamos asegurarnos de evitar los balances energéticos negativos para que la curación de heridas no se retrase y la pérdida muscular no se exacerbe (Biolo y cols., 2007). Es importante monitorizar el peso corporal y la composición corporal. Se recomiendan mediciones regulares del peso corporal para registrar los cambios a lo largo del tiempo. Medir de manera regular y observar las tendencias en lugar de los valores individuales mostrará

cuándo el peso comienza a aumentar. Obviamente los cambios de agua pueden generar cambios rápidos en el peso corporal y si se usan mediciones individuales, es posible sacar conclusiones significativas. El cambio observado podría ser resultado de un cambio en la composición corporal y la grasa corporal, pero también podría significar retención de agua.

Para administrar el balance energético, especialmente en jugadores que tienen una tendencia aumentar de peso, se recomienda medir el balance energético de la forma más precisa posible. Medir el consumo de alimentos y las actividades diarias, y calcular la tasa metabólica en reposo mediante ecuaciones existentes o calorimetría indirecta (campana ventilada).

Existen varias ecuaciones que se pueden usar para calcular la tasa metabólica en reposo con la ecuación de Harris y Benedict, probablemente la de uso más común. Esta ecuación se desarrolló en 1918, pero desde entonces varios autores la han modificado:

Las ecuaciones de Harris-Benedict revisadas por Roza y Shizgal en 1984.

Tabla 2: Las ecuaciones de Harris-Benedict

Hombres	Tasa de metabolismo basal = 88,362 + (13,397 × peso en kg) + (4,799 × altura en cm), (5,677 × edad en años)
Mujeres	Tasa de metabolismo basal = 447,593 + (9,247 × peso en kg) + (3,098 × altura en cm), (4,330 × edad en años)

Fuente: revisado por Roza y Shizgal, 1984.

El intervalo de confianza de 95 % para los hombres es ±213,0 kcal/día y ±201,0 kcal/día para las mujeres, lo que significa que el posible error de medición se encuentra en el rango de las 200 kcal/día.

Al usar dichas ecuaciones, es importante notar que después de la lesión, el gasto energético puede aumentar de un 15 a un 50 % según la gravedad de la lesión (Frankenfield, 2006). Claro que si la tasa metabólica en reposo (TMR) se mide mediante calorimetría indirecta, cualquier elevación en el gasto energético como resultado de la lesión se incluiría en la medición.

El efecto térmico del ejercicio (el aumento en el gasto energético como resultado de la actividad física) se debe agregar a la TMR para obtener una cifra más precisa del gasto energético total. Esto se podría calcular mediante rastreadores de actividad o registrando manualmente todas las actividades y usando tablas existentes para el gasto energético de distintas actividades. Dichas mediciones o cálculos incluirán un error adicional en el gasto energético calculado.

La ingesta de energía se puede registrar usando un diario de alimentación o ingresándola directamente a una aplicación de nutrición. Algunas aplicaciones de nutrición pueden ser fáciles de usar para los jugadores, pero

se tienen que usar con precaución, ya que algunas permiten cargar información nutricional inexacta o incompleta para ciertos alimentos. Aun si se usa una herramienta precisa, se sabe que los deportistas generalmente no informan su ingesta de energía completa. Esta falta de información generará un error en el rango del 10 al 15 %. Entonces, al interpretar los datos, es importante comprender las limitaciones y los errores de las mediciones. Si se usan con cuidado, estos métodos pueden ayudar a guiar el consumo de alimentos durante períodos en los que el jugador está menos activo o inactivo, y a prevenir un aumento de peso importante o la pérdida de masa muscular.

De la misma manera, es importante también considerar que las ingestas de energía bajas, en las que las calorías no se consumen a través de una variedad de alimentos, generalmente tienen una calidad nutricional menor. Las ingestas de energía insuficientes combinadas con elecciones alimentarias malas aumentan el riesgo de los jugadores de desarrollar deficiencias en un rango de micronutrientes (vitamina C, D, hierro, calcio, magnesio, zinc, etc.). Como veremos más adelante, las concentraciones de vitamina D ya son bajas en la mayoría de los jugadores durante los meses de invierno en los jugadores de fútbol de élite (<30 ng/mL) (Morton y cols., 2012), y esto puede ser peor si la ingesta diaria de vitamina D es baja. La vitamina D baja puede afectar especialmente el metabolismo de los huesos, pero también se ha asociado con alteraciones en la fortaleza y los componentes musculares. Por lo tanto, el estado de vitamina D debe considerarse durante el proceso de recuperación (Owens y cols., 2017). La suplementación con un suplemento multivitamínico o de minerales puede ser una buena idea durante los períodos de ingesta de energía limitada.

4.2.3 Administrar la inflamación y la síntesis de proteínas con nutrición

> El proceso de síntesis de proteínas como respuesta a la carga del ejercicio en el tejido incluye tres etapas: destrucción/inflamación, reparación y reacondicionamiento. Durante la primera etapa posterior a una lesión, se inicia una respuesta inflamatoria. La respuesta inflamatoria inicia la activación de muchos procesos que son cruciales para una curación óptima. La inflamación puede durar de unas horas a varios días según el tipo y la gravedad de la lesión (Lin, Kotani y Lowry, 1998). Si bien el exceso de inflamación puede ser contraproducente para la curación, una respuesta inflamatoria es importante para curar la herida (Lin y cols., 1998). La mayoría de las lesiones inducidas por el ejercicio, especialmente en deportistas sanos, no serían lo suficientemente graves como para que la inflamación no controlada sea un problema (Lin y cols., 1998). Entonces es posible que las intervenciones nutricionales pensadas para reducir la inflamación no siempre sean una buena idea. Por lo tanto, es importante dar una consideración cuidadosa al abordaje adecuado para administrar la inflamación para lograr una recuperación óptima de la lesión. (Tipton, 2015, https://bit.ly/2QqmuMZ).

Los perfiles lipídicos (proinflamatorios) poco favorables debido a los excesos en la dieta de grasas trans, grasas saturadas y exceso de grasas omega 6 de los aceites vegetales se deben evitar. En lugar de eso, se debería alentar a los jugadores a consumir de manera regular alimentos como aceite de pescado para obtener omega 3. Recientemente, un trabajo interesante proporcionó evidencia de que la suplementación prolongada con ácidos grasos omega 3 derivados del aceite de pescado puede mejorar la respuesta de la síntesis de proteínas musculares a la administración de aminoácidos en individuos jóvenes y sanos (McGlory y cols., 2016; Smith y cols., 2011). En estos estudios, los individuos recibieron un suplemento de 4 g de aceites de pescado con omega 3 por día durante 8 semanas. Esto produjo un gran aumento en la síntesis de proteínas musculares ante la administración de aminoácidos. El mecanismo responsable sigue sin ser descifrado; no parece estar relacionado con las propiedades antiinflamatorias de los ácidos grasos omega 3. Por lo contrario, los autores sugieren que la suplementación con ácidos grasos omega 3 pueden sensibilizar la vía de señalización de mTOR/P70S6K a la estimulación de los aminoácidos. Por lo tanto, la ingesta de omega 3, en combinación con la ingesta de proteínas y quizás HMB, puede ser efectiva para mantener la masa muscular (McGlory y cols., 2016; Smith y cols., 2011).

Durante la fase aguda de la lesión, se recomienda una ingesta de proteínas de hasta 2 g/kg de p. c. por día (Tipton, 2010). "Los requerimientos de proteínas se pueden alcanzar mediante la ingesta de alimentos o de suplementos que contengan proteínas de alto valor biológico en intervalos regulares a lo largo del día (dosis fraccionada de 25 a 30 g). Una estrategia es ingerir (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey fuentes de proteínas de alta calidad ricas en leucina entre las comidas a media mañana y a media tarde.

Además de la proteína de suero de leche, esto se puede lograr al ingerir una variedad de fuentes de proteína, por ejemplo, bacalao y proteínas a base de plantas.

> Aunque generalmente se cree que los aminoácidos no esenciales no son importantes para la regulación de la síntesis de proteínas, los estudios han indicado que algunos de ellos pueden manipular el metabolismo de proteínas musculares durante condiciones de inflamación (crónica de bajo nivel) o estrés oxidativo (Domingues-Faria, Vasson, Goncalves-Mendes, Boirie y Walrand, 2016). Por ejemplo, se cree que el aminoácido glicina modula la producción de citoquinas inflamatorias, y así reduce el impacto negativo de estas en el metabolismo de proteínas (Roth y cols., 2003; Wheeler y cols., 1999). (Jeukendrup & Gleeson, 2018, https://bit.ly/2Dw94bn).

También se recomienda la ingesta de proteínas antes de acostarse. En este caso, de 30 a 40 g de la proteína caseína de liberación lenta es una buena opción (Trommelen y cols., 2016; Trommelen y van Loon, 2016). Las recomendaciones de ingesta de grasa deben centrarse en los alimentos ricos en omega 3, como los pescados grasos, las nueces secas, el aceite de oliva y el aguacate; la ingesta excesiva de omega 6 debe controlarse, en la medida de lo posible, así como otras fuentes de grasas saturadas. Como se comentó anteriormente, la suplementación con omega-3 en dosis de 4 a 5 gramos por día también puede ser útil, aunque las pruebas todavía son algo limitadas.

"Desde una perspectiva nutricional, el uso de algunos suplementos como la leucina puede disminuir parcialmente la síntesis de proteínas musculares a través de la activación de la mTOR " (Jeukendrup, A., & Gleeson, 2018. https://bit.ly/2Dw94bn).

> Los alimentos también ofrecen una buena fuente de leucina; por ejemplo, en 25 a 30 g de proteína de suero de leche, en 140 g de pollo o en 170 g de pescado se pueden encontrar 3 g

de leucina. También se ha informado que el catabolito de leucina, beta-metilbutirato-beta hidroxi (HMB) ingerido en 3 gramos por día es un suplemento efectivo en la activación de la síntesis de proteínas musculares (Molfino, Gioia, Rossi Fanelli y Muscaritoli, 2013), aunque un metaanálisis reciente no encontró efectos de la suplementación de HMB en la fortaleza y la composición corporal en deportistas entrenados y competitivos (Sanchez-Martinez, Santos-Lozano, Garcia-Hermoso, Sadarangani y Cristi-Montero, 2018). (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

Gelatina y colágeno hidrolizado

Estudios *in vitro* han informado que proporcionar el aminoácido prolina con vitamina C puede mejorar la síntesis de colágeno (Paxton, Grover y Baar, 2010). Un estudio "mostró que aumentar la ingesta de glicina mejoró la mecánica de los tendones de Aquiles tras la lesión" (Vieira y cols., 2015, https://bit.ly/2E4TaWE).

Otro estudio de los mismos autores (Vieira y cols., 2018) "indicó que las moléculas involucradas en el proceso de reacondicionamiento de la matriz extracelular están modulados por el TNF-α y la disponibilidad de precursores de colágeno. Los autores sugieren que la glicina puede ser útil para el tratamiento de la inflamación y para la modulación del metabolismo de tenocitos en los tendones. (Vieira y cols., 2018, https://bit.ly/2E4TaWE).

Con el uso de un modelo de ligamento de ingeniería tisular, Baar y sus colegas demostraron que los aminoácidos que se pueden encontrar en cantidades más grandes en el colágeno (prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina), junto con la vitamina C, pueden mejorar la síntesis de colágeno (Paxton y cols., 2010). El efecto de la vitamina C no es sorprendente, dado que la deficiencia de vitamina C produce escorbuto, una enfermedad caracterizada por la pérdida de colágeno. La vitamina C funciona en los tejidos conectivos como un cofactor esencial para la prolil-4-hidroxilasa, una enzima requerida para la hidroxilación de prolina y la síntesis y la secreción de procolágeno (Peterkofsky, 1991). En su modelo, Baar y colaboradores mostraron que los aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisina e hidroxiprolina tienen un efecto positivo en la síntesis de colágeno. Curiosamente, los mismos aminoácidos son ricos en gelatina, que generalmente está hecha con piel, tendones y ligamentos de vacas o cerdos. Por

lo tanto, comenzaron a dar gelatina a las personas para estudiar las respuestas en la producción de colágeno y la vuelta a la competición en deportistas tras una lesión. Estos hallazgos juntos sugieren que una intervención nutricional que aumenta los componentes aminoácidos del colágeno y el cofactor vitamina C puede mejorar la síntesis de colágeno, pero solo recientemente se realizó un estudio en deportistas. (Baar, 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

En este estudio, el ejercicio intermitente se combinó con la ingesta de gelatina: una fuente alimentaria de aminoácidos rica en colágeno (Shaw, Lee-Barthel, Ross, Wang y Baar, 2017). En este estudio de diseño cruzado de doble ciego los individuos consumieron un placebo o 5 o 15 gramos de gelatina en ~500 ml de jugo de grosella negra rico en vitamina C (~50 mg), y se determinó la tasa de aparición de aminoácidos y la producción de colágeno durante las primeras 4 horas de la intervención. Para aumentar la síntesis de colágeno, los individuos saltaron la soga durante 6 minutos una hora después de tomar los suplementos. Conforme a la importancia de los períodos cortos de carga en la síntesis de colágeno, los 6 minutos de saltar la soga duplicaron la síntesis de colágeno en el grupo del placebo y el que consumió 5 g de gelatina. (Jeukendrup, 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

Sin embargo, cuando los individuos consumieron la mayor carga de gelatina (15 g), se observó un aumento doble en la síntesis de colágeno al simplemente saltar la soga durante 6 minutos.

Esto significa que un jugador podría agregar una sesión de protección de 5 minutos una hora después de consumir gelatina y al menos 6 horas antes o después de su otro entrenamiento para mejorar la salud ósea, de los cartílagos, tendones y ligamentos y prevenir lesiones o acelerar la vuelta a la competición. Esta es un área de investigación interesante que se está expandiendo rápidamente y que promete mejorar el desempeño y minimizar las lesiones a medida que crece nuestro conocimiento de la matriz extracelular (ECM). (Baar 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

Esta intervención puede ser de gran importancia para aquellas poblaciones que experimentan una alta incidencia de lesiones en los ligamentos, como las jugadoras mujeres.

Figura 1: Cómo usar gelatina para promover la síntesis de colágeno

Fuente: (Baar 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

4.2.4 Otros suplementos, casos y resumen

Concusión

A la fecha, hay poca evidencia con respecto a las intervenciones nutricionales y la concusión. No sorprende, sin embargo, que con la creciente atención a la concusión, una industria completa haya desarrollado una variedad de suplementos para prevenir los efectos negativos de las concusiones. Las intervenciones nutricionales en respuesta a la concusión se basan en resultados de estudios en roedores que han proporcionado compuestos antioxidantes y antiinflamatorios (Tipton, 2015), así como estudios más recientes que investigan los procesos de reacondicionamiento y restitución de la función cognitiva a largo plazo (Pu y cols., 2017).

> En base a la literatura disponible, no es posible elaborar directrices nutricionales sólidas. Si bien se pueden considerar varios suplementos, los compuestos de interés principales que están siendo investigados actualmente son los ácidos grasos omega 3 y la creatina (Ashbaugh y McGrew, 2016). Esto se debe a que la ingesta de dosis altas de ácidos grasos omega 3 puede mejorar los resultados a corto plazo después de sufrir una concusión. (Lewis, 2016, https://bit.ly/2KlT5hg).

La mejora se puede lograr mediante un crecimiento neurítico, una mayor ramificación neurítica y la sinaptogénesis posterior, los cuales causan una mejor función sináptica y una reparación neuronal mejorada después de una lesión en la cabeza (Kim y Spector, 2013). Además, la suplementación con el ácido graso omega 3 antes de sufrir una concusión puede proteger contra una plasticidad reducida de las neuronas y los problemas de aprendizaje (Wu, Ying y Gomez-Pinilla, 2011). "Se ha descubierto que la ingesta de ácidos grasos omega 3 normaliza los niveles de proteína asociados con la función del circuito neuronal y el control locomotor después de sufrir una concusión" (Wu y cols., 2011, https://bit.ly/2S2oCI0).

La suplementación con creatina puede mejorar la energética cerebral (Pan y Takahashi, 2007). Esto puede provocar una mejora en la cognición, la comunicación, el autocuidado, la personalidad y la conducta, y una reducción considerable en los síntomas como dolores de cabeza, mareos y fatiga (Sakellaris y cols., 2008). Sin embargo, la investigación es limitada y se requieren más estudios en poblaciones relevantes para poder elaborar recomendaciones sólidas.

Creatina

La suplementación con creatina a menudo se aconseja como un suplemento que podría ayudar en la recuperación de una lesión, especialmente las lesiones musculares (Tipton, 2010). Uno de los principales beneficios que se ha sugerido es que puede ayudar con el mantenimiento de la masa muscular.

Sin embargo, recientemente se ha demostrado que las cargas de creatina son ineficaces para preservar la masa muscular durante la inmovilización (Backx y cols., 2017). Después de un período de inmovilización, la creatina puede mejorar la recuperación de la masa muscular (Hespel y cols., 2001; Op 't Eijnde, Urso, Richter, Greenhaff y Hespel, 2001). Este ensayo de doble ciego se realizó en voluntarios jóvenes sanos (n=22). "Se utilizó un yeso para inmovilizar la pierna derecha durante 2 semanas. Después de la inmovilización durante 2 semanas, los individuos participaron de un programa de rehabilitación de extensión de rodilla (3 sesiones semanales de 1 a 10 semanas)" (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI).

> El grupo se dividió en dos: una mitad de los individuos recibió monohidrato de creatina (CR; carga con 20 g por día seguido de una dosis de mantenimiento de 5 g diarios), mientras que la otra mitad consumió un placebo (P; maltodextrina). Antes y después de la inmovilización, y después de 3 y 10 semanas de entrenamiento de rehabilitación, el área transversal del músculo de los cuádriceps se evaluó mediante imagen de RMN y se utilizó un dinamómetro isocinético para medir la potencia máxima de la extensión de la rodilla. La inmovilización disminuyó el área transversal del músculo de

los cuádriceps en un 10 % y la potencia en un 25 % en ambos grupos. Durante la rehabilitación, el área transversal del músculo y la potencia se recuperaron a una velocidad más rápida que con el placebo. (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI).

Los autores "concluyeron que la suplementación con creatina por vía oral estimula la hipertrofia muscular durante el entrenamiento de fortaleza rehabilitadora. Este efecto puede estar mediado por un cambio inducido por la creatina en la expresión de MRF4 y miogenina (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI). Una forma fácil de lograr esto es incorporar creatina a cualquier batido o bebida a base de proteínas que el jugador esté consumiendo.

Es posible que la creatina no permita mantener la masa muscular durante la inmovilización, pero puede ayudar a recuperarla más rápidamente una vez que comienza la rehabilitación.

Muchos aspectos son importantes en la recuperación de la lesión. El proceso de curación se tiene que revisar, el tratamiento se tiene que decidir, las cargas de entrenamiento tienen que ser apropiadas, la nutrición se tiene que optimizar, etcétera. Por lo tanto, las lesiones requieren un abordaje interdisciplinario para asegurar que cualquier modificación alimentaria sea apropiada para esa clasificación de lesión (Valle y cols., 2017); y que las metas e intervenciones estén alineadas. Es esencial la comunicación regular entre el staff de las distintas disciplinas que se ocupan de un jugador lesionado.

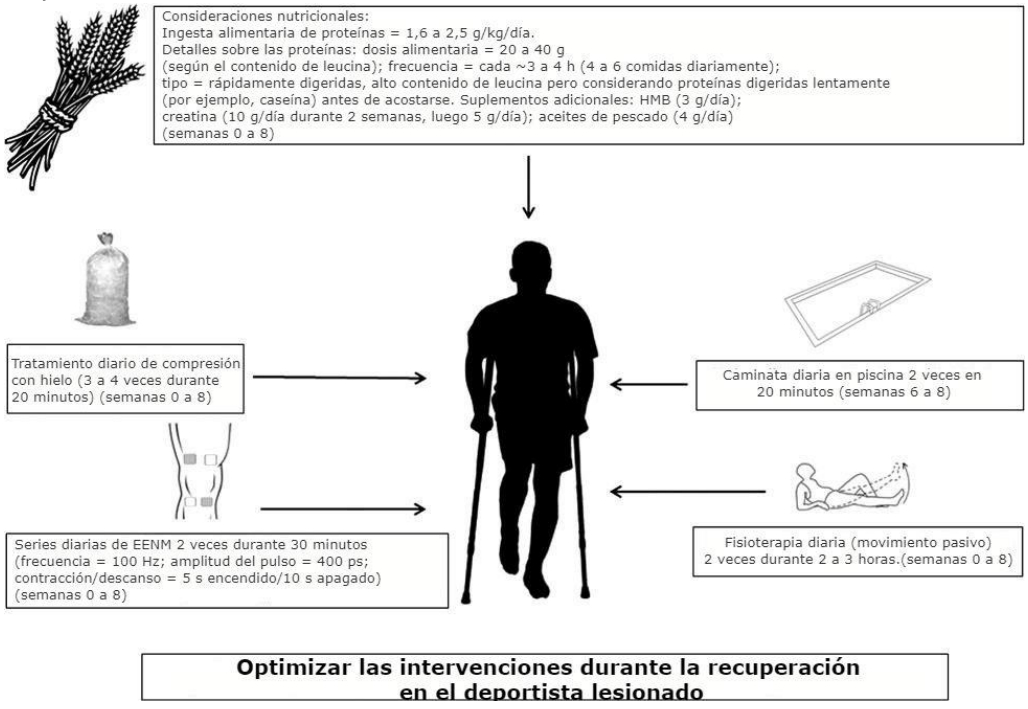
Un caso publicado en 2014 informó la pérdida y el aumento muscular de un jugador profesional de élite en respuesta a una lesión del ligamento cruzado anterior. Y lo más importante, el caso describe la práctica nutricional que complementó la fase adecuada de vuelta a la competición (Milsom, Barreira, Burgess, Iqbal y Morton, 2014).

El caso se refiere a un jugador profesional de fútbol de Premier League inglesa y describe la atrofia y la hipertrofia muscular (evaluada por DXA) durante la inmovilización, así como la rehabilitación después de la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) (Milsom, Barreira, Burgess, Iqbal, & Morton, 2014). Durante 8 semanas de inactividad e inmovilización, el deportista se adhirió a una dieta baja en carbohidratos y alta en proteínas. La masa corporal total disminuyó 5 kg atribuibles a la pérdida de 5,8 kg y el aumento de 0,8 kg en masa magra y grasa respectivamente. Los cambios en la masa magra del cuerpo entero se atribuyeron a las disminuciones relativas comparables en el tronco (12 %; 3,8 kg) y el miembro

inmovilizado (13 %; 1,4 kg), mientras que el miembro no inmovilizado mostró disminuciones menores (7 %; 0,8 kg). En las semanas 8 a 24, el deportista se adhirió a una dieta con carbohidratos moderados y alta en proteínas combinada con resistencia estructurada y entrenamiento basado en el campo para la parte superior e inferior del cuerpo que generó una hipertrofia muscular en el cuerpo entero (con una variación de 0,5 a 1 kg por semana). La hipertrofia regional se pronunció particularmente en el tronco durante las semanas 8 a 12 (2,6 kg) y 13 a 16 (1,3 kg), respectivamente, mientras que el miembro previamente inmovilizado mostró aumentos lentos pero progresivos en la masa magra desde la semana 12 hasta la 24 (1,2 kg). El deportista se presentó después de la totalidad del período lesionado con un perfil antropométrico y físico mejorado. (Milsom et al., 2014, https://bit.ly/2qWZ0R5).

En una revisión más reciente, se usó una estrategia similar pero combinada con otras técnicas como la electroestimulación neuromuscular (EENM) para atenuar la atrofia muscular. Los autores han notado que, si bien las recomendaciones de proteína son específicas, es probable que los requerimientos de carbohidratos y grasa sean únicos para cada situación dependiendo de la tasa metabólica en reposo de cada individuo, los niveles de actividad diaria y su deseo de minimizar los aumentos de masa grasa.

Figura 2: Abordajes potenciales para limitar la pérdida muscular en un deportista lesionado



Fuente: Wall, 2015, https://bit.ly/2pL7Ory

Representación esquemática de los abordajes potenciales para limitar la pérdida muscular en un deportista lesionado basada en abordajes actuales y evidencia reciente que desarrolla el entendimiento de cómo la nutrición y la electroestimulación neuromuscular pueden aplicarse para atenuar la atrofia muscular. (Wall, 2015).

Resumen

En resumen, "las demandas puestas en los jugadores profesionales están creciendo debido a los programas con más encuentros y menos períodos de recuperación entre el entrenamiento y los partidos de competición" (Medina y cols., 2014, https://goo.gl/o9oaey), lo que produce un riesgo de lesión aumentado. La nutrición adecuada se debería aplicar en la vida diaria y durante el ejercicio para evitar la fatiga. Las estrategias de recuperación se usan normalmente en un intento de recuperar el desempeño más rápidamente y reducir el riesgo de lesión. La evaluación de la composición corporal "es importante para los jugadores de élite. La grasa abdominal es un buen indicador de la lesión musculoesquelética y se puede utilizar como una herramienta de monitorización durante la recuperación de la lesión". (Medina y cols., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

La nutrición se encuentra entre las estrategias clave de recuperación en los deportes profesionales. Las intervenciones para la recuperación se deberían enfocar en la ingesta de energía adecuada para satisfacer las necesidades de macro y micronutrientes a través de alimentos y suplementación adecuada. Durante la lesión, la síntesis de proteínas musculares se reduce por la inactividad, y por lo tanto, el músculo se debería estimular en conjunto con la ingesta de cantidades apropiadas de proteínas de alto valor biológico. Durante la recuperación de la lesión, los principios nutricionales no son demasiado diferentes de los que se emplean para optimizar la síntesis de proteínas en los músculos. Por lo tanto, las recomendaciones para la ingesta de proteína son similares a las analizadas para los jugadores sanos. Sin embargo, es importante considerar la ingesta de energía global en relación al gasto energético. Finalmente, reconocemos que las lesiones musculoesqueléticas graves y las cirugías también están asociadas con desafíos psicológicos significativos para el jugador. Por lo tanto, después de sufrir la lesión, se requiere un abordaje multidisciplinario que incluya la nutrición para el cuidado clínico y el apoyo de los futbolistas.

Referencias

Advanced Solutions International (2018). *Soccer Injuries|Soccer Injury Prevention & Treatment*.

Anderson, L., Orme, P., Naughton, R. J., Close, G. L., Milsom, J., Rydings, D. ... Morton, J. P. (2017). Energy Intake and Expenditure of Professional Soccer Players of the English Premier League: Evidence of Carbohydrate Periodization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *27*(3), 228-238. doi:10.1123/ijsnem.2016-0259

Ashbaugh, A. y McGrew, C. (2016). The Role of Nutritional Supplements in Sports Concussion Treatment. *Curr Sports Med Rep*, *15*(1), 16-19. doi:10.1249/JSR.0000000000000219

Baar, K. (2017). Minimizing Injury and Maximizing Return to Play: Lessons from Engineered Ligaments. *Sports Med*, *47*(Suppl 1), 5-11. doi:10.1007/s40279-017-0719-x

Baar, K. (2017). Using gelatin to improve performance, prevent injury, and accelerate return to play. Recuperado de http://www.mysportscience.com/single-post/2017/03/15/Using-gelatin-to-improve-performance-prevent-injury-and-accelerate-return-to-play

Backx, E. M. P., Hangelbroek, R., Snijders, T., Verscheijden, M. L., Verdijk, L. B., de Groot, L. y van Loon, L. J. C. (2017). Creatine Loading Does Not Preserve Muscle Mass or Strength During Leg Immobilization in Healthy, Young Males: A Randomized Controlled Trial. *Sports Med*, *47*(8), 1661-1671. doi:10.1007/s40279-016-0670-2

Bacon, C. S. y Mauger, A. R. (2017). Prediction of Overuse Injuries in Professional U18-U21 Footballers Using Metrics of Training Distance and Intensity. *J Strength Cond Res*, *31*(11), 3067-3076. doi:10.1519/JSC.0000000000001744

Baoge, L., Van Den Steen, E., Rimbaut, S., Philips, N., Witvrouw, E., Almqvist, K. F. ... Vanden Bossche, L. C. (2012). Treatment of Skeletal Muscle Injury: A Review *ISRN Orthopedics*, (7),. doi:10.5402/2012/689012

Barbat-Artigas, S., Rolland, Y., Zamboni, M. y Aubertin-Leheudre, M. (2012). How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging*, *16*(1), 67-77.

Biolo, G., Ciocchi, B., Stulle, M., Bosutti, A., Barazzoni, R., Zanetti, M. . . Guarnieri, G. (2007). Calorie restriction accelerates the catabolism of lean body mass during 2 wk of bed rest. *Am J Clin Nutr*, *86*(2), 366-372. doi:10.1093/ajcn/86.2.366

Delaney, J. S., Lacroix, V. J., Leclerc, S. y Johnston, K. M. (2002). Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med*, *12*(6), 331-338.

Dellal, A., Lago-Penas, C., Rey, E., Chamari, K. y Orhant, E. (2015). The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *Br J Sports Med*, *49*(6), 390-394. doi:10.1136/bjsports-2012-091290

Devlin, B. L., Kingsley, M., Leveritt, M. D. y Belski, R. (2017). Seasonal Changes in Soccer Players' Body Composition and Dietary Intake Practices. *J Strength Cond Res*, *31*(12), 3319-3326. doi:10.1519/JSC.0000000000001751

Dirks, M. L., Groen, B. B., Franssen, R., van Kranenburg, J. y van Loon, L. J. (2017). Neuromuscular electrical stimulation prior to presleep protein feeding stimulates the use of protein-derived amino acids for overnight muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* (1985), *122*(1), 20-27. doi:10.1152/japplphysiol.00331.2016

Dirks, M. L., Wall, B. T., y van Loon, L. J. C. (2017). Interventional strategies to combat muscle disuse atrophy in humans: focus on neuromuscular electrical stimulation and dietary protein. *J Appl Physiol* (1985), doi:10.1152/japplphysiol.00985.2016

Domingues-Faria, C., Vasson, M. P., Goncalves-Mendes, N., Boirie, Y. y Walrand, S. (2016). Skeletal muscle regeneration and impact of aging and nutrition. *Ageing Res Rev*, *26*, 22-36. doi:10.1016/j.arr.2015.12.004

Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S. y Wisloff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*, *38*(9), 1752-1758. doi:10.1177/0363546510361236

Ekstrand, J., Hagglund, M. y Walden, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, *39*(6), 1226-1232. doi:10.1177/0363546510395879

Fragala, M. S., Fukuda, D. H., Stout, J. R., Townsend, J. R., Emerson, N. S., Boone, C. H, y Hoffman, J. R. (2014). Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol*, *53*, 1-6. doi:10.1016/j.exger.2014.01.027

Frankenfield, D. (2006). Energy expenditure and protein requirements after traumatic injury. *Nutr Clin Pract*, *21*(5), 430-437. doi:10.1177/0115426506021005430

Hart, N. H., Nimphius, S., Spiteri, T. y Newton, R. U. (2014). Leg strength and lean mass symmetry influences kicking performance in Australian football. *J Sports Sci Med*, *13*(1), 157-165.

Hespel, P., Op't Eijnde, B., Van Leemputte, M., Urso, B., Greenhaff, P. L., Labarque, V. y Richter, E. A. (2001). Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *J Physiol*, *536*(Pt 2), 625-633.

Jeukendrup, A. E. (2015). Nutrition for recovery from tendon injuries. Recuperado de http://www.mysportscience.com/single-post/2015/10/12/Nutrition-for-recovery-from-tendon-injuries

Kim, H. Y. y Spector, A. A. (2013). Synaptamide, endocannabinoid-like derivative of docosahexaenoic acid with cannabinoid-independent function. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, *88*(1), 121-125. doi:10.1016/j.plefa.2012.08.002

Kjaer, M., Langberg, H., Heinemeier, K., Bayer, M. L., Hansen, M., Holm, L. y Magnusson, S. P. (2009). From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scand J Med Sci Sports*, *19*(4), 500-510. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00986.x

Lewis, M. D. (2016). Concussions, Traumatic Brain Injury, and the Innovative Use of Omega-3s. *J Am Coll Nutr*, *35*(5), 469-475. doi:10.1080/07315724.2016.1150796

Lin, E., Kotani, J. G. y Lowry, S. F. (1998). Nutritional modulation of immunity and the inflammatory response. *Nutrition*, *14*(6), 545-550.

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D. y Gabbett, T. J. (2017). The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport*, *20*(6), 561-565. doi:10.1016/j.jsams.2016.10.014

McGlory, C., Wardle, S. L., Macnaughton, L. S., Witard, O. C., Scott, F., Dick, J. y Tipton, K. D. (2016). Fish oil supplementation suppresses resistance exercise and feeding-induced increases in anabolic signaling without affecting myofibrillar protein synthesis in young men. *Physiol Rep*, *4*(6). doi:10.14814/phy2.12715

Medina, D., Lizarraga, A. y Dobnic, F. (2018). Injury prevention and nutrition in football. *Sport Science Exchange*, *27*(132), 1-5. Recuperado de https://www.gssiweb.org/en-ca/article/sse-132-injury-prevention-and-nutrition-in-football

Milsom, J., Barreira, P., Burgess, D. J., Iqbal, Z. y Morton, J. P. (2014). Caso: Muscle atrophy and hypertrophy in a premier league soccer player during rehabilitation from ACL injury. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *24*(5), 543-552. doi:10.1123/ijsnem.2013-0209

Molfino, A., Gioia, G., Rossi Fanelli, F. y Muscaritoli, M. (2013). Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation in health and disease: a systematic review of randomized trials. *Amino Acids*, *45*(6), 1273-1292. doi:10.1007/s00726-013-1592-z

Morton, J. P., Iqbal, Z., Drust, B., Burgess, D., Close, G. L. y Brukner, P. D. (2012). Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab*, *37*(4), 798-802. doi:10.1139/h2012-037

Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D. y Burke, L. M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *25*(2), 198-215. doi:10.1123/ijsnem.2013-0228

Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S. y Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med*, *42*(12), 997-1015. doi:10.2165/11635270-000000000-00000

Nilsson, T., Ostenberg, A. H. y Alricsson, M. (2016). Injury profile among elite male youth soccer players in a Swedish first league. *J Exerc Rehabil*, *12*(2), 83-89. doi:10.12965/jer.1632548.274

Nordstrom, A., Nordstrom, P. y Ekstrand, J. (2014). Sports-related concussion increases the risk of subsequent injury by about 50% in elite male football players. *Br J Sports Med*, *48*(19), 1447-1450. doi:10.1136/bjsports-2013-093406

Nye, N. S., Carnahan, D. H., Jackson, J. C., Covey, C. J., Zarzabal, L. A., Chao, S. Y., . . . Crawford, P. F. (2014). Abdominal circumference is superior to body mass index in estimating musculoskeletal injury risk. *Med Sci Sports Exerc*, *46*(10), 1951-1959. doi:10.1249/MSS.0000000000000329

Op 't Eijnde, B., Urso, B., Richter, E. A., Greenhaff, P. L. y Hespel, P. (2001). Effect of oral creatine supplementation on human muscle GLUT4 protein content after immobilization. *Diabetes*, *50*(1), 18-23.

Owens, D. J., Tang, J. C., Bradley, W. J., Sparks, A. S., Fraser, W. D., Morton, J. P. y Close, G. L. (2017). Efficacy of High-Dose Vitamin D Supplements for Elite Athletes. *Med Sci Sports Exerc*, *49*(2), 349-356. doi:10.1249/MSS.0000000000001105

Pan, J. W. y Takahashi, K. (2007). Cerebral energetic effects of creatine supplementation in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, *292*(4), R1745-1750. doi:10.1152/ajpregu.00717.2006

Parr, E. B., Camera, D. M., Areta, J. L., Burke, L. M., Phillips, S. M., Hawley, J. A. y Coffey, V. G. (2014). Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. *PLoS One*, *9*(2), e88384. doi:10.1371/journal.pone.0088384

Paxton, J. Z., Grover, L. M. y Baar, K. (2010). Engineering an in vitro model of a functional ligament from bone to bone. *Tissue Eng Part A*, *16*(11), 3515-3525. doi:10.1089/ten.TEA.2010.0039

Peterkofsky, B. (1991). Ascorbate requirement for hydroxylation and secretion of procollagen: relationship to inhibition of collagen synthesis in scurvy. *Am J Clin Nutr*, *54*(6 Suppl), 1135S-1140S. doi:10.1093/ajcn/54.6.1135s

Peterson, M. D., Liu, D., Gordish-Dressman, H., Hubal, M. J., Pistilli, E., Angelopoulos, T. J., . . . Gordon, P. M. (2011). Adiposity attenuates muscle

quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *Int J Obes (Lond)*, *35*(8), 1095-1103. doi:10.1038/ijo.2010.257

Pu, H., Jiang, X., Wei, Z., Hong, D., Hassan, S., Zhang, W... Chen, J. (2017). Repetitive and Prolonged Omega-3 Fatty Acid Treatment After Traumatic Brain Injury Enhances Long-Term Tissue Restoration and Cognitive Recovery. *Cell Transplant*, *26*(4), 555-569. doi:10.3727/096368916X693842

Rahnama, N., Lees, A., y Bambaecichi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, *48*(11-14), 1568-1575. doi:10.1080/00140130500101585

Rahnama, N., Reilly, T. y Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med*, *36*(5), 354-359.

Reinke, S., Karhausen, T., Doehner, W., Taylor, W., Hottenrott, K., Duda, G. N... Anker, S. D. (2009). The influence of recovery and training phases on body composition, peripheral vascular function and immune system of professional soccer players. *PLoS One*, *4*(3), e4910. doi:10.1371/journal.pone.0004910

Rollo, I., Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., Lizarraga, A., Drobnic, F. y Medina Leal, D. (2017). *Sports nutrition for football: an evidence based guide for nutrition practice at Futbol Club Barcelona: FCB Universitas*. Barcelona, Spain.

Rosenbloom, C. (2013). Stress Fractures in Athletes. *Nutrition Today*, *48*(2), 81-87. doi:10.1097/NT.0b013e31828b9257

Roth, E., Zellner, M., Wessner, B., Strasser, E., Manhart, N., Oehler, R. y Spittler, A. (2003). Glycine—an inert amino acid comes alive. *Nutrition*, *19*(9), 817-818. doi:10.1016/s0899-9007(03)00100-x

Roza, A. M. y Shizgal, H. M. (1984). The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*, *40*(1), 168-182. doi:10.1093/ajcn/40.1.168

Sakellaris, G., Nasis, G., Kotsiou, M., Tamiolaki, M., Charissis, G. y Evangeliou, A. (2008). Prevention of traumatic headache, dizziness and fatigue with creatine administration. A pilot study. *Acta Paediatr*, *97*(1), 31-34. doi:10.1111/j.1651-2227.2007.00529.x

Sanchez-Martinez, J., Santos-Lozano, A., Garcia-Hermoso, A., Sadarangani, K. P. y Cristi-Montero, C. (2018). Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in trained and competitive athletes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Sci Med Sport*, *21*(7), 727-735. doi:10.1016/j.jsams.2017.11.003

Schinkel-Ivy, A., Burkhart, T. A. y Andrews, D. M. (2014). Differences in distal lower extremity tissue masses and mass ratios exist in athletes of sports involving repetitive impacts. *J Sports Sci*, *32*(6), 533-541. doi:10.1080/02640414.2013.837223

Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P... Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br J Sports Med*, *50*(17), 1043-1052. doi:10.1136/bjsports-2016-096572

Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M. L., Wang, B. y Baar, K. (2017). Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *Am J Clin Nutr*, *105*(1), 136-143. doi:10.3945/ajcn.116.138594

Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J. y Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, *93*(2), 402-412. doi:10.3945/ajcn.110.005611

Tipton, K. D. (2010). Nutrition for acute exercise-induced injuries. *Ann Nutr Metab*, *57*(Suppl 2), 43-53. doi:10.1159/000322703

Tipton, K. D. (2015). Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. *Sports Med*, *45*(Suppl 1), S93-104. doi:10.1007/s40279-015-0398-4

Trommelen, J., Holwerda, A. M., Kouw, I. W., Langer, H., Halson, S. L., Rollo, I... LJ, V. A. N. L. (2016). Resistance Exercise Augments Postprandial Overnight Muscle Protein Synthesis Rates. *Med Sci Sports Exerc*, *48*(12), 2517-2525. doi:10.1249/MSS.0000000000001045

Trommelen, J. y van Loon, L. J. (2016). Pre-Sleep Protein Ingestion to Improve the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise Training. *Nutrients*, *8*(12). doi:10.3390/nu8120763

Valle, X., Alentorn-Geli, E., Tol, J. L., Hamilton, B., Garrett, W. E., Jr., Pruna, R ... Rodas, G. (2017). Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sports Med*, *47*(7), 1241-1253. doi:10.1007/s40279-016-0647-1

Valle, X., J, L. T., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N. ... Jardi, J. (2015). Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian J Sports Med*, *6*(4), e25411. doi:10.5812/asjsm.25411

Vieira, C. P., De Oliveira, L. P., Da Re Guerra, F., Dos Santos De Almeida, M., Marcondes, M. C. y Pimentel, E. R. (2015). Glycine improves biochemical and biomechanical properties following inflammation of the achilles tendon. *Anat Rec (Hoboken)*, *298*(3), 538-545. doi:10.1002/ar.23041

Vieira, C. P., Viola, M., Carneiro, G. D., D'Angelo, M. L., Vicente, C. P., Passi, A. y Pimentel, E. R. (2018). Glycine improves the remodeling process of tenocytes in vitro. *Cell Biol Int*, *42*(7), 804-814. doi:10.1002/cbin.10937

Wall, B. T., Dirks, M. L., Snijders, T., Senden, J. M., Dolmans, J. y van Loon, L. J. (2014). Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta Physiol (Oxf)*, *210*(3), 600-611. doi:10.1111/apha.12190

Wall, B. T., Morton, J. P. y van Loon, L. J. (2015). Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci*, *15*(1), 53-62. doi:10.1080/17461391.2014.936326

Wall, B. T. y van Loon, L. J. (2013). Nutritional strategies to attenuate muscle disuse atrophy. *Nutr Rev*, *71*(4), 195-208. doi:10.1111/nure.12019

Wheeler, M. D., Ikejema, K., Enomoto, N., Stacklewitz, R. F., Seabra, V., Zhong, Z. ... Thurman, R. G. (1999). Glycine: a new anti-inflammatory immunonutrient. *Cell Mol Life Sci*, *56*(9-10), 843-856.

Wu, A., Ying, Z. y Gomez-Pinilla, F. (2011). The salutary effects of DHA dietary supplementation on cognition, neuroplasticity, and membrane homeostasis after brain trauma. *J Neurotrauma*, *28*(10), 2113-2122. doi:10.1089/neu.2011.1872