



# NUTRICIÓN ÓPTIMA Y RENDIMIENTO

---

FRANCISCO JAVIER CARRILLO

## INDICE

Introducción.....	3
Macronutrientes.....	4
Proteínas.....	4
Recomendaciones de proteínas para adultos físicamente activos .....	5
Hidratos de carbono .....	8
Hidratos de carbono y rendimiento .....	9
Carbohidratos y calidad de sueño. La recuperación durante la noche no solo es cuestión de dormir. ....	10
Lípidos .....	13
¿Cuánta grasa deben consumir los deportistas? .....	15
Grasa y rendimiento .....	16
Micronutrientes.....	17
Las vitaminas y los minerales.....	17
Los compuestos bioactivos de las verduras, hortalizas y fruta (los grandes olvidados).....	23
Agua y electrolitos .....	24
Efectos de la deshidratación en la salud y rendimiento deportivo.....	27
Formas prácticas de evaluar y gestionar la hidratación.....	27
Ayudas ergogénicas para deportistas.....	30
Tabla 1 – categoría grupo A (Australian Institute of Sport, 2020) .....	34
Tabla 2 – categoría grupo B (Australian Institute of Sport, 2020).....	38
Tabla 3 – categoría grupo C (Australian Institute of Sport, 2020).....	39
Tabla 4 – categoría grupo D (Australian Institute of Sport, 2020) .....	40
Directrices para la nutrición en el entrenamiento de la fuerza .....	41
Otras consideraciones de la nutrición del que entrena la fuerza.....	42
Pautas dietéticas especiales en el entrenamiento de la fuerza.....	43
Vitaminas y minerales .....	44
El ritmo de ingesta de los alimentos.....	45
Sugerencias para la pérdida de peso en el deporte .....	47
Logrando un peso corporal saludable para el deporte .....	47

Dieta y estrategias de pérdida de peso .....	49
Momento de comidas y refrigerios .....	51
Consumir la proteína adecuada .....	52
Evitar la restricción energética severa.....	53
Función cognitiva y factores psicológicos en la pérdida de peso inadecuada .....	54
Papel del nutricionista.....	55
Bonus .....	56
Reflexión .....	57
Referencias.....	57

## Introducción

La nutrición adecuada es una consideración importante para aquellos deportistas que buscan maximizar su rendimiento. No hay ninguna dieta que directamente haga aumentar la fuerza, la potencia o la resistencia, pero si es adecuada le permite al deportista entrenar y competir al máximo de sus posibilidades. Entre los factores que determinan el rendimiento deportivo, la nutrición es uno de los más relevantes, además de los factores genéticos del deportista, el tipo de entrenamiento y los factores culturales. La dieta de los deportistas se centra en tres objetivos principales: aportar la energía apropiada, otorgar nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos especialmente del tejido muscular, y mantener y regular el metabolismo corporal.

Los deportistas profesionales suelen tener dudas sobre las recomendaciones relacionadas con la nutrición. ¿Deben los deportistas comer muchos hidratos de carbono? ¿O deberían sobrecargar la dieta con grasas? ¿Es importante la distribución de las comidas? ¿Hay determinados alimentos que son perjudiciales y otros beneficiosos? La respuesta a cada una de estas preguntas depende del deportista. Aunque su dieta debería seguir los principios básicos de la salud y la prevención de enfermedades, algunas veces lo que generalmente se entiende como “buena alimentación” no se aplica a los deportistas. Las necesidades fisiológicas de los deportistas de cierto nivel exigen dietas que son bastante diferentes de la dieta adecuada para una persona sedentaria. La dieta ideal para un deportista depende de muchos factores: edad, tamaño corporal, sexo, genética, condiciones ambientales de entrenamiento y duración, frecuencia e intensidad de entrenamiento. Por lo tanto, las necesidades varían en gran medida de un deporte a otro y, dentro del mismo deporte, de un deportista a otro. El preparador físico no se deja

llevar por la mentalidad de “lo que es bueno para uno es bueno para todos” en el trabajo con sus deportistas. La mejor dieta para un deportista es aquella que está individualizada.

### Macronutrientes

Un macronutriente es un nutriente que debería estar presente en la dieta en cantidades significativas. Las tres clases importantes de macronutrientes son proteínas, hidratos de carbono y lípidos (grasas y compuestos relacionados).

Para poder hacer frente al entrenamiento y la competición, los deportistas deben seguir una dieta equilibrada que proporcione todos los nutrientes esenciales: hidratos de carbono, proteínas, grasas, agua, vitaminas y minerales.

### Proteínas

Las proteínas son el constituyente principal de las células. La proteína dietética puede tener en el organismo diversas funciones siendo la más importante la de formar y reparar las estructuras corporales.

La proteína, como hemos visto en el apartado anterior, también proporciona energía pero, por razones fisiológicas y económicas, sería absurdo utilizarla para este fin. Se recomienda que la proteína de la dieta aporte aproximadamente entre un 10% y un 15% de la energía total consumida. Las proteínas están constituidas por cadenas de aminoácidos, algunos de los cuales, concretamente ocho, no pueden ser sintetizados por el hombre y, por tanto, deben ser aportados por la dieta. Estos aminoácidos reciben el nombre de esenciales.

El papel de los aminoácidos de la proteína de la dieta consiste en la formación y reestructuración de los tejidos y esto explica la necesidad de relacionar de alguna manera la proteína dietética con la corporal, apareciendo entonces el concepto de calidad proteica. La calidad

nutricional será mayor cuanto más parecida sea la composición en aminoácidos de la dieta a la de la proteína corporal y, por tanto, son mejores las que nos proporcionan los alimentos de origen animal (carnes, pescados, huevos, lácteos, etc.). Para cuantificar esta idea se utiliza el concepto de biodisponibilidad que es el porcentaje de proteína disponible para ser utilizada en los procesos metabólicos e incorporada a los tejidos.

De todo lo anterior se deduce que, cuanto mejor sea la calidad de una proteína, menor será la cantidad de la misma que hace falta ingerir. Esto no debe conducirnos a menospreciar otras proteínas de la dieta como las de origen vegetal y, concretamente, las de leguminosas que además de una cantidad muy alta tienen una calidad que se aproxima a las de origen animal.

Las proteínas, como los hidratos de carbono y las grasas, están compuestas de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. A diferencia de los hidratos de carbono, las proteínas también contienen nitrógeno. Amino significa que contiene nitrógeno, y los aminoácidos son las moléculas que, unidas en grupos de unas pocas docenas a cientos de ellas, forman los miles de proteínas diferentes que encontramos en la naturaleza. Las proteínas están compuestas por aminoácidos. Más de la mitad de ellos pueden ser sintetizados por nuestro organismo y se denominan aminoácidos no esenciales porque no es necesario ingerirlos en la dieta. Nueve de los aminoácidos son esenciales porque el organismo no los puede sintetizar: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Los aminoácidos esenciales deben obtenerse a través de la dieta.

Recomendaciones de proteínas para adultos físicamente activos

La ingestión de proteínas durante la ventana de recuperación inmediata (es decir, las primeras 1 a 5 h) y prolongada después del ejercicio (es

decir, 5 a 72 h) es importante para que todos los adultos físicamente activos optimicen la respuesta adaptativa del músculo esquelético. Aparte del tiempo y cantidad, la fuente de proteína ingerida es una consideración fundamental cuando el objetivo es optimizar la remodelación y reparación de proteínas musculares después del ejercicio, especialmente con la creciente popularidad de los patrones dietéticos restrictivos (p. ej., vegetarianos, cetogénicos, paleolíticos, etc.) que podrían reducir la proteína de los alimentos.

De nuevo, identificar la fuente de proteína más adecuada para optimizar la acción anabólica muscular es una cuestión tanto de practicidad como de factibilidad y puede depender de factores nutricionales (perfil de aminoácidos) y no nutricionales, como el costo, la disponibilidad y las preferencias de sabor.

Es evidente que otros factores, además del tipo de ejercicio, la intensidad y la duración, también pueden influir en el requerimiento diario de proteínas y la regulación de la masa muscular. Por ejemplo, se ha sugerido que la ingesta de proteínas de hasta 1.6–3.1 g de proteína por kg de bw en un día puede ser necesario para adultos físicamente activos durante los períodos de disminución de la ingesta calórica para el mantenimiento de la masa magra, para la pérdida de peso y grasa o para la ganancia de masa muscular, dependiendo de los objetivos podría variar la cantidad de proteína a ingerir. Sin embargo, destacar lo antedicho, mencionando que estas recomendaciones fluctuarán según la gravedad del protocolo de restricción de energía (en el caso de la pérdida de peso y grasa) y el tipo de entrenamiento realizado. También se ha propuesto que una mayor ingesta de proteínas en la dieta puede fortalecer la inmunidad de las personas que participan en intensas sesiones de entrenamiento. Estos datos destacan que el músculo versus otros tejidos corporales puede tener 'requisitos' de proteínas diferenciales para optimizar la respuesta adaptativa.

Además, se ha establecido que es más beneficioso distribuir uniformemente la ingesta diaria total de proteínas a lo largo del día de modo que ~ 0.25–0.40 g de proteína por kg de bw en cada ingesta o comida (o 20–40 g dependiendo de la masa corporal o la edad) se ingiere para estimular de manera óptima las tasas de síntesis de proteínas musculares después del ejercicio. Además de las preferencias alimentarias, la edad del individuo es otro punto de consideración para la ingesta diaria óptima de proteínas para adultos físicamente activos. Por ejemplo, se ha demostrado que el

**Alimentos proteicos: Se aportan 10 g de proteínas con**

- 2 huevos pequeños
- 20 g de leche en polvo desnatada
- 30 g de queso
- 35 a 50 g de carne, pescado o pollo
- 4 rebanadas de pan
- 90 g de cereales de desayuno
- 2 tazas de pasta cocinada ó 3 tazas de arroz
- 400 ml de leche de soja
- 60 g de nueces o semillas
- 120 g de tofu o carne de soja
- 50 g de legumbres o lentejas
- 200 g de judías cocinadas
- 150 ml de batido de frutas o suplemento alimenticio líquido



envejecimiento muscular puede requerir una mayor ingesta de proteínas en la dieta para recuperarse de entrenamientos intensos. También se ha demostrado que las personas más jóvenes pueden maximizar las tasas de síntesis de proteínas musculares con ingestas de proteínas más bajas (~ 0,25 g de proteína por kg de bw por comida) que las personas mayores (~ 0,40 g de proteína por kg de bw por comida).

En los estudios se ha observado que el entrenamiento de fuerza puede aumentar las necesidades de 1,7 g/kg a 2,2g/kg de peso corporal en balance energético positivo. Debido a que la mayor parte de los deportistas no quedan encuadrados completamente en una categoría u otra (deportistas entrenados de fuerza o de resistencia), una recomendación general de entre 1,7 y 2,2 g/kg de peso corporal asegura una ingesta proteica adecuada, asumiendo que se ingiere la cantidad de calorías y que al menos el 65% de la proteína ingerida en la dieta es de alto valor biológico. Los deportistas que consumen una dieta vegetariana estricta pueden necesitar más de 2,0 g/kg de peso corporal de proteínas al día.

Basándose en algunos estudios, parece que las necesidades proteicas para deportistas son de entre **1,7 y 2,2 g/kg de peso corporal, asumiendo que la ingesta calórica y la calidad de la proteína ingerida son apropiadas**. Las recomendaciones para aumentar o disminuir la ingesta de proteínas deben adaptarse a las necesidades y características de cada persona después de haber analizado su dieta y calculado la ingesta calórica.

Una dieta variada es la mejor fuente de proteína de buena calidad. Las personas vegetarianas estrictas deben planificar su dieta cuidadosamente para asegurar una ingesta adecuada de todos los aminoácidos esenciales.

## Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono tienen también como función primordial aportar energía, aunque con un rendimiento 2,5 veces menor que el de la grasa. Son fundamentales en el metabolismo de los centros nerviosos pues el

cerebro, en condiciones normales, solamente utiliza glucosa como fuente de energía. En los países menos desarrollados los hidratos de carbono proporcionan la mayor parte de la energía. Por el contrario, en los industrializados está siendo sustituida por la que suministran proteínas y grasas.

Existen dos grupos principales de hidratos de carbono en los alimentos: monosacáridos y disacáridos o azúcares simples (glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, etc.) y polisacáridos, como el almidón.

#### Hidratos de carbono y rendimiento

El consumo de carbohidratos es muy recomendable antes, durante y después del ejercicio. Antes del ejercicio, las fuentes simples de carbohidratos solo deben ingerirse en los cinco minutos que preceden a las competiciones, evitando así la posible hipoglucemia de respuesta, sobre todo en deportes de resistencia. En deportes de fuerza atendiendo a su duración, quizás, no tenga relevancia introducir bebidas deportivas dentro de la sesión del entrenamiento, si éste es inferior a 90 minutos. Durante el ejercicio, según su duración, se podría incluir una bebida deportiva para minimizar el consumo de glucógeno, almacenado en los músculos y en el hígado, retrasando la aparición de fatiga y, se podría dar como resultado una mejora del rendimiento.

Especialmente en modalidades deportivas de alta intensidad, el metabolismo de los carbohidratos es más alto. Las restricciones en el consumo de carbohidratos conducirán a una reducción en el almacenamiento de glucógeno, lo que perjudicará la capacidad de trabajo y los llevará a la fatiga. Teniendo en cuenta que el levantamiento de pesas también representa una actividad intermitente de alta intensidad, está claro que el consumo adecuado de CHO es importante para un entrenamiento de alta calidad.

Es fundamental individualizar la ingesta de hidratos de carbono en función del programa de entrenamiento, el deporte y los antecedentes dietéticos del deportista. Un factor importante a considerar al establecer las recomendaciones para la ingesta de hidratos de carbono es el programa de entrenamiento. Los deportistas de resistencia aeróbica que hacen sesiones de entrenamiento prolongadas (90 minutos o más al día) deben reponer los depósitos de glucógeno consumido cantidades muy elevadas de hidratos de carbono, aproximadamente entre 8 y 10g/kg de peso corporal. Esto es equivalente a entre 600 y 750 g de hidratos de carbono (2.400-3.000 kcal en forma de hidratos de carbono) por día para un deportista que pesa 75 kg. Estas cantidades de hidratos de carbono se ha observado que aseguran la recuperación del glucógeno muscular en menos de 24 horas. Entre los deportistas que se benefician de la ingesta de estas cantidades de hidratos de carbono se incluyen aquellos que realizan actividades aeróbicas de carácter continuo durante más de una hora la mayor parte de los días, tales como corredores de fondo, ciclistas de carretera, triatletas y esquiadores de fondo.

Una ingesta de hidratos de carbono que corresponda aproximadamente a la mitad de la recomendada para los deportistas de resistencia parece ser suficiente para responder a las necesidades derivadas del entrenamiento y la competición de los deportistas de fuerza, velocidad y deportes técnicos, por lo que ingestas de alrededor de 5 a 6 g/kg al día parecen razonables para este tipo de deportistas.

Carbohidratos y calidad de sueño. La recuperación durante la noche no solo es cuestión de dormir.

Un pequeño número de estudios han investigado los efectos de la ingesta de carbohidratos (CHO) sobre los índices de calidad y cantidad del sueño. En uno de ellos, se suministraron a seis sujetos masculinos, ya sea una comida alta en CHO (130 g), una comida baja en CHO (47 g) o una comida

que no contenía CHO, 45 minutos antes de dormir. La comida alta en CHO produjo un aumento en el sueño REM y una disminución del sueño ligero y vigilia. No obstante, en este estudio el contenido calórico de las comidas no fue igual por lo que fue imposible decir si el efecto se debió a los carbohidratos o a las calorías.

También se ha estudiado el efecto de la comida vs. bebida (con un contenido alto, medio o bajo de CHO) vs. agua a diversos intervalos de tiempo antes de dormir. Los resultados demostraron que las comidas sólidas mejoran la latencia inicial del sueño (tiempo necesario para conciliar el sueño) hasta 3 horas después del consumo y las comidas líquidas fueron ligeramente mejores que el agua. No hubo ningún efecto de la composición de la comida o bebida sobre el sueño. A partir de este estudio, no se puede concluir que los efectos observados son efecto de los carbohidratos o de la energía.

Afaghi y colaboradores (2007, 2008) llevaron a cabo dos estudios en los cuales investigaron el consumo de carbohidratos antes de dormir en hombres sanos. En el primer estudio, se dieron comidas con alto o bajo índice glucémico (IG) 4 h o 1 h antes de dormir. La comida con alto IG mejoró significativamente la latencia inicial del sueño en comparación con la de una comida de bajo IG. Además, proporcionar la comida 4 h antes de dormir fue mejor que la comida 1 h antes de dormir. En el segundo estudio, se comparó una comida muy baja en CHO (1% CHO, 61% grasas, 38% proteína) con una comida control (72% de HCO, 12.5% grasas, 15.5% proteína) con la misma energía, 4 h antes de dormir. La comida muy baja en CHO incrementó el porcentaje de tiempo usado en el sueño de ondas lentas (etapas 3 y 4 de NREM) y el tiempo gastado en sueño REM al comparar con la condición control. Finalmente, Jalilolghadr y colaboradores (2011) proporcionaron a ocho niños una bebida con alto IG

(200 ml de leche y glucosa) o bajo IG (200 ml de leche y miel), 1 h antes de dormir. En este estudio, la bebida con alto IG aumentó la excitación en mayor medida que la bebida con bajo IG, implicando una baja calidad de sueño.

De la naturaleza limitada y algo contradictoria de los estudios anteriores, parece que los alimentos con alto IG pueden ser beneficiosos si se consumen más de 1 h antes de dormir, y que **las comidas sólidas pueden ser mejores que las comidas líquidas para mejorar el sueño.**

En un amplio estudio reciente, Lindseth et al. (2011) manipularon la dieta de 44 adultos por 4 días. Las dietas fueron ya sea altas en proteína (56% proteína, 22% CHO, 22% grasas), altas en CHO (22% proteína, 56% CHO, 22% grasas) o altas en grasas (22% proteína, 22% CHO, 56% grasas). Las dietas altas en CHO resultaron en latencias iniciales de sueño más cortas y las dietas altas en proteína produjeron un menor número de episodios de vigilia. Hubo poco efecto de la dieta alta en grasas en los marcadores de la calidad y cantidad de sueño.

Con base en los estudios anteriores, parece que las dietas altas en carbohidratos pueden dar lugar a latencias más cortas de sueño, mientras que **las dietas altas en proteínas** pueden resultar en una **mejor calidad de sueño** y las **dietas altas en grasas** pueden **influir negativamente en el tiempo total de sueño**. Sin embargo, se necesitan investigaciones adicionales en esta área.

Si bien, la cantidad de investigación sobre los efectos de las intervenciones nutricionales en el sueño es cada vez mayor, se necesita que los estudios futuros destaquen la importancia de las intervenciones nutricionales y dietéticas para mejorar el sueño tanto en la población general como en los atletas. La evaluación cuidadosa tanto del momento de consumo de alimentos como del uso de diferentes intervenciones

proporcionaría información valiosa a los atletas sobre cómo mejorar el sueño a través de la nutrición. Lo ideal sería que la investigación llevara a intervenciones nutricionales para optimizar la calidad y cantidad de sueño, así como mejorar la recuperación del atleta de los entrenamientos y competencias.

## Lípidos

Los lípidos o grasas como fuente de energía se distinguen de los otros dos macronutrientes, hidratos de carbono y proteínas, por su mayor valor calórico. Por término medio suministran, al ser oxidados en el organismo, 9 kcal/g y es ésta su característica principal y la que determina su papel en los procesos nutritivos. Sin embargo, en el curso del tiempo, han ido descubriéndose otras funciones:

- Son elementos estructurales e indispensables, pues forman parte de las membranas celulares.
- Contienen ciertos ácidos grasos que el hombre no puede sintetizar y que, por tanto, son considerados como nutrientes indispensables: el ácido linoleico y el ácido linolénico.
- Vehiculizan las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y, además, son necesarios para la absorción de las mismas.
- Intervienen en la regulación de la concentración plasmática de lípidos y lipoproteína. El grado de saturación de los lípidos de la dieta es un aspecto que últimamente ha merecido especial atención por su relación con las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, bien como factor de riesgo o como factor de protección. De hecho, la clasificación de la grasa de los alimentos según su composición en ácidos grasos está

siendo incorporada a las Tablas de Composición de Alimentos más importantes.

- Se debe de ingerir una pequeña cantidad de estos ácidos grasos esenciales (aproximadamente un 2-3% de la energía total), sino pueden producirse diversos trastornos pues tienen un papel especial en ciertas estructuras, en el sistema nervioso.
- La grasa es el agente palatable por excelencia, es decir, contribuye a la palatabilidad de la dieta y, por tanto, a su aceptación. principalmente en el sistema nervioso.

Se recomienda que la cantidad de energía procedente de la grasa dietética no supere el 30% o 35% de la energía total suministrada por la dieta. Sin embargo, es un hecho que, en todos los países desarrollados, incluido el nuestro, se rebasa ampliamente este límite, aunque su procedencia a partir de grasa vegetal, especialmente aceite de oliva, amortigua el posible riesgo.

Los ácidos grasos poliinsaturados Omega 3 (en inglés, highly unsaturated fatty acids o HUFA n-3) se encuentran principalmente en el yema y grasa láctea. De hecho, se ha demostrado que varias de estas vitaminas y minerales median el control traduccional de la síntesis de proteínas musculares.

Además, existe evidencia de que los PUFA n-3: ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA): son capaces de modular la respuesta sintética de la proteína muscular postprandial (después de comer). Estas grasas dietéticas se encuentran más comúnmente en mariscos grasos, pero también se puede encontrar en carnes, lácteos (solo EPA) y huevos, particularmente cuando se cría en pastos. Estos

PUFA ofrecen un beneficio potencial para mejorar las tasas de síntesis de proteínas musculares posprandiales, al menos cuando la ingesta de proteínas es subóptima. Por ejemplo, la evidencia preliminar en hombres jóvenes entrenados en fuerza sugiere que la suplementación con n-3 PUFA no altera las tasas de síntesis de proteínas musculares en respuesta a una sola comida si se consume la proteína adecuada (por ejemplo, 30 g).

Esta información puede ser relevante para aquellos que participan en series repetidas de ejercicio con cortos tiempos de recuperación entre series de entrenamiento o cuya ingesta dietética de n-3 PUFA es inadecuada debido a la baja ingesta calórica.

Desde hace muchos años, hasta hace no mucho, se ha dicho que dietas bajas en grasas pueden favorecer la pérdida de grasa, esto no es del todo así. Encontramos una población que defiende y defenderá los extremismos, sin pararse a pensar. Los deportistas quieren comer para mejorar su rendimiento y, es paradójico, por tanto, que se centre tanto la atención en la reducción de la grasa de la dieta, porque ello no se traduce en una mejora del rendimiento; de hecho, el énfasis puesto en las dietas con bajo contenido en grasas, o sin grasas, puede ser negativo para muchos deportistas. Debido a la mala imagen de las personas obesas, los deportistas restringen demasiado la ingesta de grasas en sus dietas. Esa fobia a la grasa no tiene ninguna base científica y puede dar lugar a dietas sin carne ni productos lácteos, lo cual a su vez aumenta el riesgo de deficiencias de nutrientes como proteínas, calcio, hierro y zinc.

¿Cuánta grasa deben consumir los deportistas?

Aproximadamente el 30% de las calorías provienen de la grasa. La recomendación para la población general de las organizaciones de salud pública como la Asociación Americana del Corazón es que la grasa



constituya el 30% del total de calorías ingeridas. Se recomienda que el 20% de las calorías totales sea en forma de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas y el 10% en forma de grasas saturadas. Las recomendaciones en cuanto al colesterol son aproximadamente de 100 mg/1.000 kcal, sin exceder 300 mg/día. Esa recomendación tiene como objetivo principal reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Se estima que la reducción de la ingesta de grasa de los niveles actuales a los recomendados puede producir una reducción del colesterol total y del LDL de alrededor de un 5%.

Las recomendaciones sobre la ingesta de grasa para deportistas, sin embargo, pueden ser más altas que para los estándares para un “corazón sano”. Los trabajos de investigación nos muestran que, durante los períodos de entrenamiento de resistencia intensivo, el aumento de la grasa en la dieta de hasta el 50% de las calorías totales no afecta negativamente el perfil lipídico en plasma. El Subcomité de Nutrición de las Naciones Unidas recomiendan que la grasa aporte al menos el 15% de las calorías de la dieta de adultos y al menos el 20% de las calorías totales de la dieta de mujeres en edad reproductiva.

#### Grasa y rendimiento

Tanto los ácidos grasos intramusculares como los circulantes son fuentes potenciales de energía durante el ejercicio. Parece que los ácidos grasos intramusculares son relativamente más importantes durante la actividad física, mientras que los ácidos grasos circulantes (procedentes del tejido adiposo o de la dieta) son más importantes durante la recuperación. Comparados con la limitada capacidad del organismo para almacenar hidratos de carbono, los depósitos de grasa son muy grandes y representan una vasta fuente de combustible para el ejercicio. En reposo y durante la actividad física de baja intensidad, un alto porcentaje de la energía producida procede de la oxidación de los ácidos grasos. Sin

embargo, aumentar la intensidad del ejercicio (por encima del 70% al 80% del  $\text{VO}_2\text{máx}$ ), hay un cambio gradual de las grasas a los hidratos de carbono como el sustrato energético preferente.

## Micronutrientes

### Las vitaminas y los minerales

Las vitaminas y minerales aportados por los alimentos son necesarios para que el cuerpo crezca, se desarrolle y funcione en forma adecuada. Ellos se requieren en cantidades muy pequeñas (micro) y específicas, y son esenciales para nuestra salud y bienestar. Estos micronutrientes ayudan a liberar la energía aportada por los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), a construir y mantener los tejidos y a regular todos los procesos corporales. Las vitaminas y minerales son necesarios para desarrollar funciones específicas que promueven el crecimiento, la reproducción y ayudan a mantener la salud y la vida. Nuestros cuerpos requieren diferentes vitaminas y minerales, cada una de las cuales tiene una función específica y deben ser proporcionadas en cantidades diferentes y suficientes. En períodos de rápido crecimiento de los tejidos, como embarazo y lactancia, infancia temprana y crecimiento de los niños y en algunas enfermedades, es de especial importancia disponer de suficientes vitaminas y minerales. La mejor manera de asegurar lo anterior es consumiendo una alimentación balanceada que incluya una variedad de alimentos. Las vitaminas son necesarias para procesos corporales esenciales y para mantenernos sanos. La palabra vitamina proviene de “vita”, palabra del latín que significa “vida”, lo que indica su importancia para diversos procesos corporales. Las vitaminas esenciales son compuestos orgánicos formados por las plantas y los animales, que el cuerpo humano no puede producir por sí mismo, por lo cual deben obtenerse de los alimentos. Cada vitamina tiene una función específica y no consumirla en la cantidad suficiente puede llevar al

desarrollo de serios problemas de salud. Algunas vitaminas ayudan a convertir los carbohidratos, proteínas y grasas, en energía que el cuerpo puede utilizar. Otras participan en la construcción de tejidos sanos y hormonas, aunque no formen parte de ellos. Algunas vitaminas ayudan al sistema inmunológico a defenderse de las infecciones y, actuando como antioxidantes, protegen a células y tejidos. Las vitaminas se dividen en dos tipos: vitaminas “solubles en grasa”, que se disuelven en grasa, y las vitaminas “solubles en agua”, que se disuelven en agua.

Las vitaminas solubles en grasa no se disuelven en agua o fluidos corporales. Debido a que estas vitaminas no se disuelven en agua y son estables a altas temperaturas, es menos probable que se pierdan durante la cocción u otra forma de procesamiento de los alimentos. Cualquier exceso de estas vitaminas es almacenado en varios tejidos y órganos como una reserva para uso futuro y no son eliminadas a través de la orina. Por lo mismo, la ingesta de altas cantidades de estas vitaminas puede causar su acumulación excesiva en el cuerpo, la que puede ser dañina. Sin embargo, consumir cantidades normales de alimentos ricos en vitaminas solubles en grasa no representa un riesgo. Las cuatro vitaminas solubles en grasa son: vitamina A, vitamina D, vitamina E y vitamina K. Ellas desarrollan numerosas funciones, incluyendo el desarrollo, mantención de la salud y el crecimiento de varios tejidos y sistemas, como la visión, la piel, los pulmones, los huesos, los dientes, el sistema nervioso, el sistema inmunológico y la sangre. Para desarrollar sus funciones interactúan entre sí y también con algunos minerales. Aunque todas las vitaminas solubles en grasa son importantes para una buena salud, la A y la D son analizadas en detalle a continuación, porque sus deficiencias son más comunes y pueden derivar en serios problemas de salud.

La vitamina A es esencial para el crecimiento y desarrollo normal de las células y es especialmente importante para una buena visión, la salud de la piel y mucosa de las membranas, formación de huesos, crecimiento, inmunidad y reproducción. Participa en muchos procesos corporales y ayuda a regular el crecimiento y la división celular. La vitamina A nos ayuda a mantener sanas la piel y superficie de las membranas, lo que ayuda a mantener fuera de nuestro cuerpo a bacterias y virus, y a fortalecer el sistema inmunológico. La vitamina A también es importante para una buena visión, incluyendo la protección del ojo contra daños resultantes de infecciones y previniendo la ceguera nocturna. Una deficiencia severa de vitamina A, en períodos tempranos de la vida, puede provocar ceguera permanente causada por daños en la córnea, la superficie transparente del ojo. El consumir una alimentación saludable, bien balanceada, que contenga una variedad de alimentos ricos en vitamina A puede contribuir a cubrir las necesidades de esta vitamina y a prevenir la ceguera, infecciones, y otros problemas de la salud y el crecimiento, que pueden ser provocados por su insuficiencia. Como la grasa es requerida para absorber la vitamina A, es importante incluir cantidades adecuadas de grasa en la alimentación, así como de otros nutrientes, tales como hierro, zinc y proteínas.

La detección y tratamiento temprano de la deficiencia de vitamina A y de sarampión, malaria, diarrea y malnutrición, es importante para la prevención de serios problemas de salud. En situaciones en que los alimentos ricos en vitamina A no están disponibles o en casos de deficiencia severa, se recomienda el consumo de alimentos fortificados o de suplementos de vitamina A. La vitamina A existe en diferentes formatos. La forma preformada o **retinol** se encuentra en alimentos de origen animal y es fácilmente absorbida por el cuerpo. La otra forma es

fabricada por el cuerpo a partir de sustancias (algunos carotenoides) presentes en ciertos productos vegetales.

Las mejores fuentes de vitamina A preformada son: hígado u otros órganos de animales; leche y productos lácteos (no descremados); mantequilla y huevos. Las mejores fuentes de carotenoides para la fabricación de vitamina A son: frutas y verduras de color amarillo y anaranjado intenso, como mangos, duraznos, papayas, naranjas; zanahorias, batatas o camotes, zapallos o calabazas y verduras de hoja color verde oscuro, como espinacas, acelgas y otras verduras de hoja.

La vitamina D actúa en conjunto con el calcio y otros minerales y vitaminas para ayudar a los huesos a crecer en densidad y fuerza. La vitamina D también tiene otras importantes funciones, incluyendo el mejor desarrollo del sistema inmunológico, el cerebro y el sistema nervioso, la piel, músculos y cartílagos, los riñones, intestinos y órganos reproductores. La insuficiencia de vitamina D puede causar un deficiente crecimiento de los huesos en niños (raquitismo) y huesos porosos o frágiles en adultos (osteoporosis). Bajos niveles de vitamina D pueden reducir la capacidad del cuerpo para defenderse de las infecciones. La mejor fuente de vitamina D es la producción que realiza el mismo cuerpo a través de la exposición de la piel a la luz solar. Es el único nutriente que el cuerpo puede sintetizar por sí mismo. Se encuentra en forma natural sólo en algunos alimentos, como la yema de huevo, el hígado y los pescados grasos y sus aceites. Algunos países agregan vitamina D a ciertos alimentos, como leche, mantequilla y margarina.

Las vitaminas solubles en agua no son almacenadas en el cuerpo. Cualquier exceso de estas vitaminas es eliminado a través de la orina. Las vitaminas solubles en agua generalmente son más frágiles que las vitaminas solubles en grasa y se dañan o pierden fácilmente durante la preparación y almacenamiento de los alimentos. Como no son

almacenadas por el cuerpo, deben ser consumidas regularmente a través de los alimentos. Las vitaminas solubles en agua son las ocho del complejo B y la vitamina C. Las vitaminas del complejo B ayudan a cada célula del cuerpo a generar energía de los carbohidratos, proteínas y grasas aportados por los alimentos y a usar estos nutrientes para la construcción y reparación de tejidos. Cada vitamina B tiene un rol específico, pero sus funciones se superponen y actúan en conjunto, por lo cual se habla comúnmente de ellas como grupo: las vitaminas del complejo B. Cuatro de ellas, las vitaminas B1, B2, B3 y folato, son analizadas en detalle a continuación, por estar asociadas con problemas a la salud.

**La vitamina B1** (tiamina) actúa principalmente con los carbohidratos para producir energía. Juega un rol en la transmisión de los impulsos nerviosos y es necesaria para el sistema muscular, cardiovascular y gastrointestinal. La deficiencia prolongada de tiamina produce una condición llamada beri-beri, la que se asocia a problemas al corazón, debilidad muscular, desórdenes mentales y pérdida de la memoria. Las personas con una ingesta alta de carbohidratos con bajo contenido de tiamina, como las dietas basadas en grandes cantidades de arroz refinado, tienen un alto riesgo de deficiencia de esta vitamina. Los alcohólicos y los lactantes amamantados por madres deficientes en tiamina también están bajo riesgo. Las mejores fuentes de tiamina son: hígado, cerdo, cereales integrales y algunas frutas. La tiamina es soluble en agua, es frágil y se destruye fácilmente durante la cocción. La vitamina B2 (riboflavina) es requerida para liberar la energía de los carbohidratos, proteínas y grasas en las células del cuerpo. Promueve el crecimiento, una buena visión y la salud de la piel, y es importante para el desarrollo fetal de huesos, músculos y nervios.

Folato (ácido fólico), es esencial para la multiplicación celular y para la construcción y reparación de los tejidos corporales. Actúa en conjunto con otros micronutrientes para ayudar al cuerpo al desdoblamiento, uso y fabricación de nuevas proteínas y a la producción de ácidos nucleicos (ADN), que es el material genético requerido por todas las células. Las células de división rápida son particularmente vulnerables a la deficiencia de folato. Mantener una ingesta adecuada de folato es esencial también para la disponibilidad adecuada de glóbulos rojos y el crecimiento y desarrollo normal del feto durante el embarazo.

La deficiencia de folato también puede derivar en anemia en cualquier etapa de la vida. Las mejores fuentes de folato son: las verduras de hoja, como la espinaca y el brócoli (el nombre folato proviene de la palabra latina "folium", que significa "hoja"). Los frijoles o porotos y arvejas secas, lentejas, el hígado, y otras verduras y frutas, especialmente cítricos, son también excelentes fuentes. Las carnes, la leche y productos lácteos aportan muy poca cantidad. Los cereales y panes que han sido fortificados con ácido fólico son también buenas fuentes.

**La vitamina C** es importante para la salud de los tejidos y actúa como el "cemento" que mantiene la unión entre las células y tejidos. Ayuda a la formación de colágeno, que es la estructura proteica de los tejidos conectivos, necesaria para la formación de los huesos y dientes y para la cicatrización de las heridas ("pegando" el tejido herido). En las células y fluidos corporales, la vitamina C protege los tejidos del estrés y puede colaborar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas. También ayuda al cuerpo a absorber el hierro presente en alimentos de origen vegetal y puede fortalecer algunos componentes del sistema inmunológico. Una deficiencia prolongada de vitamina C puede derivar en escorbuto, que se caracteriza por la pérdida de dientes, escurrimiento de líquidos de los tejidos, deficiencia en la formación de tejidos sanos impidiendo una

cicatrización adecuada, dificultades en la reconstrucción de huesos y sangramiento interno de órganos. Si son tratadas a tiempo, estas condiciones se pueden revertir con el consumo de alimentos ricos en vitamina C; de lo contrario pueden llegar a ser fatales.

La vitamina C no es almacenada en el cuerpo, por lo que los alimentos que la contienen deben ser consumidos regularmente. También es destruida por las temperaturas altas y el aire, por lo que los alimentos deben estar frescos y ser consumidos con la menor cocción o procesamiento posibles. Las mejores fuentes de vitamina C son las frutas cítricas: naranjas, limones, limas, tangerinas, y pomelos; guayabas, frutillas, kiwis, tomates, pimentones dulces, brócoli y las verduras de hojas verdes.

Los compuestos bioactivos de las verduras, hortalizas y fruta (los grandes olvidados).

Los alimentos de origen vegetal (frutas, hortalizas, cereales y alimentos derivados de ellos) son productos de gran interés, ya que, además de aportar macronutrientes y micronutrientes (hidratos de carbono, minerales, ácidos orgánicos, vitaminas y fibra), contienen una serie de sustancias que, aunque no tienen una función nutricional clásicamente definida o no se consideran esenciales para la salud humana, pueden tener un impacto significativo en el curso de alguna enfermedad y ser indispensables a largo plazo para nuestra salud (1-6). Estas sustancias bioactivas o metabolitos secundarios de origen vegetal se denominan también fitoquímicos o fitonutrientes. Gracias a sus importantes propiedades, efectos biológicos y a sus atributos sensoriales (7-8), actualmente ocupan un área de investigación emergente y con gran futuro, dada la enorme variedad de alimentos que contienen estos fitonutrientes y que tan importante parece ser para la salud.



En el reino vegetal, se pueden distinguir 4 grandes grupos de compuestos bioactivos, entre los que se incluyen sustancias de diversas familias químicas, como son las sustancias nitrogenadas, las azufradas, las terpénicas y, las más ampliamente estudiadas, las fenólicas. Los compuestos nitrogenados suelen ser biológicamente muy activos. Las sustancias azufradas predominan en algunas verduras de la familia de la col, cebollas, ajos, etc. Sin embargo, los presentes en las frutas pertenecen en su mayoría a los últimos 2 grupos: sustancias terpénicas y fenólicas.

#### Agua y electrolitos

El agua es, cuantitativamente, el componente más importante de todos los seres vivos. En el caso del hombre y los animales superiores, el agua constituye cerca de las dos terceras partes de su peso, y nuestro organismo posee una serie de mecanismos que le permiten mantener constante su contenido de agua, mediante un ajuste entre los ingresos y las pérdidas de dicho líquido. El fracaso de estos mecanismos y las consiguientes alteraciones del balance acuoso, pueden producir graves trastornos capaces de poner en peligro la vida del individuo. El balance hídrico viene determinado por la ingesta - agua de bebida, líquidos, agua contenida en los alimentos - y la eliminada - orina, heces, a través de la piel y de aire espirado por los pulmones.

El agua es un componente indispensable de todos los tejidos corporales. Es esencial para los procesos fisiológicos de la digestión y absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles y también para la estructura y función del aparato circulatorio. Actúa como medio de transporte de nutrientes y todas las sustancias corporales y tiene acción directa en la conservación de la temperatura corporal.

La pérdida de un 20% de agua del cuerpo puede causar la muerte y una pérdida del 10% origina alteraciones graves. Es posible sobrevivir varias semanas sin alimento, pero no es posible sin agua. En el cuerpo no existe un depósito de agua; por lo tanto, las cantidades que se pierden cada 24 horas deben restituirse para conservar la salud y eficiencia.

Una ración recomendación diaria adecuada para adultos en casi todos los casos es desde 35 ml/kg de agua para adultos hasta 50-60 ml/kg de agua para niños.

Mecanismos de la pérdida de calor durante el ejercicio físico

Nuestro sistema de termorregulación permite que la temperatura corporal se mantenga lo más estable posible (aproximadamente  $36,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ). Este sistema es de gran relevancia al realizar ejercicio físico intenso y más aún cuando existen altas temperaturas ambientales. Una falla de

este sistema de termorregulación, puede incluso ocasionar la muerte.

Existen diferentes procesos físicos que están relacionados con el equilibrio

entre producción y eliminación de calor. Se puede perder calor a través de cuatro mecanismos:

1. Radiación: es el intercambio neto de calor a través del aire hacia los objetos sólidos, más frescos del ambiente. Cuando la temperatura de los objetos en el ambiente es mayor que la temperatura de la piel, se absorbe la energía del calor radiante desde el ambiente hacia la superficie corporal y viceversa (esto es importante en la elección del tipo de telas y colores de la ropa deportiva).
2. Conducción: es el intercambio de calor entre dos cuerpos con distintas temperaturas al entrar en contacto entre sí. Este intercambio depende de la diferencia de temperatura y la conductividad de cada uno

de los cuerpos.

3. Convección: se refiere al intercambio de calor cuando un líquido o un gas en movimiento entra en contacto con otro cuerpo. El medio en movimiento es llamado corriente de convección y el calor pasa del objeto caliente al frío.

4. Evaporación: es la mayor defensa fisiológica frente al exceso de calor. Cuando el sudor contacta con la piel, ocurre un efecto refrigerador al evaporarse y la piel más fresca, sirve a su vez para reducir la temperatura sanguínea.

Cuando existen altas temperaturas ambientales, la eficacia de la conducción, convección e irradiación se reducen y solo se disipa el calor por la evaporación del sudor.

Aproximadamente el 80% de la energía producida para la contracción muscular se libera en forma de calor en el organismo, el cual debe eliminarse rápidamente para no aumentar la temperatura corporal a niveles riesgosos para la salud.

Durante el ejercicio, el organismo pone en marcha todos los mecanismos antes mencionados para disipar el calor acumulado. Se distribuye el flujo sanguíneo hacia los tejidos periféricos (piel y mucosas), eliminándose el calor por conducción y convección, Más importante es la producción de sudor (por cada litro de agua que se evapora se gastan aproximadamente 600 calorías).

El sudor es hipotónico con respecto al plasma, contiene principalmente agua, algo de sodio y pequeñas concentraciones de potasio, hierro y calcio. Un deportista bien entrenado puede perder hasta 3 litros/hora a través del sudor y/o por la eliminación de vapor de agua a través de la respiración.

## Efectos de la deshidratación en la salud y rendimiento deportivo

El mecanismo de sudoración no solo enfría el cuerpo, sino que provoca una importante pérdida de líquidos. La deshidratación progresiva en el ejercicio es frecuente pues los deportistas muchas veces no ingieren el suficiente líquido para reponer las pérdidas de agua. Esto hace que disminuya el rendimiento físico, aumenta el riesgo de lesiones y pone en riesgo la salud del deportista. Por lo anterior, es fundamental mantener un adecuado nivel de hidratación corporal mientras se hace ejercicio, especialmente considerando que el mecanismo de la sed aparece con cierto retraso, cuando el cuerpo ya ha perdido un 1 a 2% del peso corporal. Esta pérdida de peso corporal limita la capacidad del cuerpo de eliminar el exceso de calor. El aumento de la deshidratación se puede manifestar con calambres musculares, apatía, debilidad y desorientación. Si se continúa con el ejercicio, se producirá agotamiento y golpe de calor (incremento de la temperatura corporal, falta de sudoración e inconciencia). Los síntomas iniciales que deben alertar al deportista son excesiva sudoración, cefalea, intensa, náuseas y sensación de inestabilidad.

En climas fríos también se puede producir deshidratación, aunque con menos frecuencia. Los factores causantes son: exceso de ropa, aumento de la diuresis ocasionada por hipoxia en mayores alturas y también porque el frío que no estimula la ingesta de líquido.

## Formas prácticas de evaluar y gestionar la hidratación

**1.** Comenzar la sesión bien hidratado. Si se está orinando con menos frecuencia de la normal, puede que se esté deshidratado. Si el color de la orina es más oscuro de lo que es normal en un deportista, entonces puede que no esté bebiendo lo suficiente. Se debe comprobar el color de la orina con el gráfico. Hay que tener en cuenta que el objetivo NO debería

ser que la orina sea tan pálida como sea posible. Beber demasiado puede ser incómodo y, si es excesivo, posiblemente perjudicial. El objetivo es desarrollar prácticas de ingesta de líquidos a lo largo del día que sigan el ritmo de la necesidad habitual de líquidos y de las pérdidas especiales derivadas del ejercicio o de ambientes cálidos. A medida que varían las pérdidas, así deben hacerlo las prácticas de ingesta de líquidos. Tiene más sentido distribuir esta ingesta a lo largo del día, que intentar ponerse al día de la ingesta de líquidos al final. Beber más de lo que se necesita en la última parte del día puede suponer interrumpir a menudo el sueño por las visitas al baño.

**2.** Desarrollar un plan de ingesta de líquidos para entrenamiento físico y competición adecuado. Éste debe basarse en diferentes informaciones, como las pérdidas habituales de sudor, las oportunidades de beber en cada deporte, y la información que se acumule sobre comodidad y sed. Hay que controlar las pérdidas de sudor y el éxito de un plan específico de ingesta de líquidos durante sesiones de entrenamiento en diferentes situaciones (ver cuadro). ¿Cómo se siente el deportista? ¿Cómo rinde? ¿Cuál fue la pérdida de peso a lo largo de la sesión? Ésta no debería superar normalmente el 1 ó 2% de masa corporal. Si se pierde más, probablemente no se ha bebido lo suficiente. Se debe beber más la próxima vez. Si se pierde menos, podría haber bebido demasiado. ¿Se ha sentido incómodo? ¿Se ha tomado un descanso innecesario para beber? Beber tanto que se gane peso durante la competición probablemente nunca va a ser buena idea. El único momento en que se podría necesitar hacerlo es cuando se ha estado deshidratado al principio del evento.

3. Si se es “sudador de sal”, se puede necesitar bebidas con más sales minerales, en concreto de sodio, y, cuando las pérdidas de sudor sean elevadas, más sal en las comidas. Para comprobar si se suda sal, lleva una camiseta negra en el entrenamiento y comprueba si tienes anillos de sal (polvo blanco) bajo los brazos y en el pecho. Las pérdidas elevadas de sal pueden ser un factor que contribuya a ciertos casos de calambres musculares. Las bebidas para deportistas con mayores niveles de sal (sodio) (ej., 300 a 500 mg de sodio por 500 ml de líquido) pueden ayudar a reducir el riesgo de calambres.

Para convertir kg en porcentaje de masa corporal, se debe dividir el déficit de peso por el peso corporal al inicio y multiplicar por 100:

**Ejemplo:**  $1,7 \text{ kg} / 74,5 \times 100 = 2.3\%$ .

Nota: 2,2 libras equivalen a 1,0 kg y un volumen de 1,0 litros ó 1.000 litros ó 34 onzas de agua.

## Cómo calcular el índice de transpiración y la pérdida de sal:

1. Medir el peso corporal antes y después de cómo mínimo una hora de ejercicio físico en condiciones similares a las de competición o entrenamiento duro.
2. Medir el peso corporal llevando la mínima ropa y descalzo. Secar con una toalla tras el ejercicio y obtener el peso corporal tan pronto como sea posible después del ejercicio físico (ej., menos de 10 minutos y antes de comer, beber o ir al baño).

Ejemplo: **Peso antes** del ejercicio físico = **74,5 kg**. **Peso después** del ejercicio físico = **72,8 kg** Déficit de fluidos = **1,7 kg**.

3. Calcular el peso de cualquier líquido o alimento que se haya consumido durante el ejercicio físico. **Ejemplo: 800 ml de líquido = 800 g ó 0,8 kg.**
4. Pérdida de sudor (litros) = **Peso corporal antes** del ejercicio físico (kg) – **Peso corporal después** del ejercicio físico (kg) + **peso de líquidos/alimentos** consumidos (kg). **Ejemplo: 74,5 kg - 72,8 kg = déficit de 1,7 kg + 0,80 kg (800 ml de líquido) = pérdida de sudor de 2,5 kg ó 2.500 ml.**

Para convertirlo a un índice de transpiración por hora, dividir por el tiempo de ejercicio físico en minutos y multiplicar por 60.

5. El déficit de peso al final de la sesión orienta sobre cómo se estaba de hidratado durante la sesión, y cuánto se necesita rehidratar después.

## Ayudas ergogénicas para deportistas

Una ayuda ergogénica es cualquier técnica de entrenamiento, mecánica, dispositivo, ingrediente o práctica nutricional, farmacológico método o técnica psicológica que puede mejorar ejercitar la capacidad de rendimiento o mejorar la adaptación al entrenamiento. Las ayudas ergogénicas pueden ayudar a preparar a un individuo hacer ejercicio, mejorar la eficiencia del ejercicio, mejorar la recuperación del ejercicio, o ayuda en la prevención de lesiones durante una intensa formación. Aunque esta definición parece bastante sencilla hay un debate considerable sobre lo ergogénico y el valor de varios suplementos nutricionales.

Los suplementos y las comidas para deportistas tienen que suministrar un

adecuado y práctico instrumento que cubra un requerimiento nutritivo para optimizar el entrenamiento diario o el rendimiento en la competición (por ejemplo, bebidas deportivas, gel de carbohidratos, barras deportivas); deben contener una cantidad cuantiosa para cubrir un déficit nutricional y tienen que contener nutrientes u otros componentes en cantidades que directamente aumenten el rendimiento deportivo o mantengan y restauren la salud y la función inmune; por otro lado debe tener base científica (por ejemplo, cafeína o creatina). Con esto pretendo dar respuesta de aquellos suplementos nutricionales que aporten un beneficio y no un riesgo, ya que la suplementación deportiva debería ser sustancias que no afecten o tengan efectos secundarios que dañen la salud, sobre todo que ayuden al deportista tanto en su rendimiento específico, recuperación y mantenimiento.

Antes de usar cualquier suplemento dietario cualquier persona debería preguntarse, ¿Cuáles son los beneficios potenciales? ¿Cuáles son los riesgos asociados? Y si finalmente valdría la pena los beneficios potenciales teniendo en cuenta los posibles riesgos. Actualmente la clasificación más válida y conocida de los suplementos deportivos fue elaborada por el Departamento de Nutrición Deportiva en el Instituto Australiano del Deporte bajo la dirección de la profesora Louise Burke. Dicha clasificación se ha actualizado constantemente de acuerdo a los criterios que la componen, obteniéndose una categorización.

El AIS creó un Programa de Suplementos para deportistas que permite a los atletas centrarse en el uso racional de los suplementos y alimentos deportivos como parte de sus planes especiales de nutrición, asegurando que los suplementos y alimentos deportivos se usen correcta y adecuadamente para obtener los máximos beneficios sobre el sistema inmunológico, la recuperación y el rendimiento. Es un sistema de clasificación de suplementos y alimentos deportivos, sobre la base de un



análisis de riesgo-beneficio de cada producto realizado por un grupo de científicos expertos en la medicina y nutrición deportiva:

- Grupo A, Suplementos aprobados: estos suplementos han sido evaluados científicamente y comprobado su beneficio cuando se utilicen de acuerdo con un protocolo específico en una situación deportiva específica.
  
- Grupo B, Suplementos aún bajo consideración: estos suplementos aún no tienen la prueba sustancial de los efectos sobre el rendimiento deportivo. Cuentan solo con datos preliminares que sugieren posibles beneficios para el rendimiento o son demasiado nuevos como para haber recibido suficiente atención científica.
  
- Grupo C, Suplementos con limitadas pruebas de efectos beneficiosos: esta categoría incluye la mayoría de los suplementos y productos deportivos promovidos para los deportistas. Estos suplementos a pesar de disfrutar de un patrón cíclico de la popularidad y uso generalizado, no han probado que proporcionen una mejora significativa de rendimiento deportivo. Aunque no se puede afirmar categóricamente que no tienen efecto benéfico, la evidencia científica actual indica que: o bien la probabilidad de beneficios es muy pequeña o los beneficios que se producen son demasiado pequeños para ser recomendable su utilización.
  
- Grupo D, Suplementos que no deben ser utilizados por los atletas: estos suplementos están prohibidos o podrían estar contaminando otros suplementos no prohibidos poniendo al deportista en riesgo de ser penalizado por el control antidopaje.

Resumen de categoría	Subcategorías	Ejemplos	
<p>Nivel de evidencia: evidencia científica sólida para su uso en situaciones específicas en el deporte utilizando protocolos basados en evidencia</p> <p>Uso dentro de los Programas Suplementarios:</p> <p>Permitido para uso por atletas identificados de acuerdo con los Protocolos de Mejores Prácticas</p>	<p>Comidas deportivas</p> <p>Productos especializados que se utilizan para proporcionar una fuente conveniente de nutrientes cuando no es práctico consumir alimentos cotidianos.</p>	Bebida deportivas	
		Gel deportivo	
		Pastelería deportiva	
		Barritas deportivas	
		Suplementos de electrolitos	
		Suplemento de proteína aislada	
	<p>Suplementos médicos</p> <p>Suplementos utilizados para prevenir o tratar problemas clínicos, incluidas las deficiencias de nutrientes diagnosticadas.</p> <p>Debe usarse dentro de un plan más amplio bajo la guía experta de un médico practicante / dietista deportivo acreditado</p>	Suplemento mixto de macronutrients (barritas, polvos, comida Líquida)	
		Suplemento de hierro	
		Suplemento de calcio	
		Suplementos multivitamínicos	
		Suplemento de vitamina D	
		Probióticos	
		<p>Suplementos de rendimiento</p> <p>Suplementos /</p>	Cafeína
			Beta-alanina
Bicarbonato			

	<p>ingredientes que pueden apoyar o mejorar el rendimiento deportivo.</p> <p>Se utiliza mejor con un protocolo individualizado y específico para eventos, con la guía experta de un dietista deportivo acreditado</p>	Jugo de remolacha/Nitratos
		Creatina
		Glicerol

Grupo A (Australian Institute of Sport, 2020)

Resumen de categoría	Subcategorías	Ejemplos
<p>Nivel de evidencia: Apoyo científico emergente, merecedor de más investigación.</p> <p>Considerado para su uso por atletas bajo un protocolo de investigación o una situación de monitoreo manejado por un caso</p> <p>Uso dentro de los Programas Suplementarios:</p> <p>Considerado para su uso por atletas individuales identificados dentro de situaciones de investigación o monitoreo clínico.</p> <p>Tenga en cuenta que algunos de los</p>	<p>Polifenoles alimentarios</p> <p>Compuestos alimentarios que pueden tener bioactividad, incluidas propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Se puede consumir en forma de alimentos (enteros o concentrados) o como extractos aislados.</p>	<p>Cerezas, bayas y grosellas negras</p> <p>Quercitina, ECGC, epicatequinas y otros</p>

<p>productos enumerados actualmente en el Grupo B se han incluido debido a su interés histórico por parte de los principales interesados.</p> <p>El enfoque del Mapa de evidencia definirá mejor el apoyo científico para estos productos en situaciones deportivas específicas</p>		
	<p>Otro</p> <p>Compuestos que atraen interés por posibles beneficios para la función integridad y / o metabolismo del cuerpo.</p>	<p>Soporte de colágeno</p> <p>Carnitina</p> <p>HMB</p>
		<p>Suplemento de cetona</p>
		<p>Aceite de pescado</p>

		Fosfato
		Curcumina
	<p>Pack para deficiencias</p> <p>Enfoque de múltiples ingredientes para la duración moderada y la gravedad de las infecciones del tracto respiratorio.</p> <p>Se utiliza mejor con el asesoramiento de un médico profesional / dietista deportivo acreditado</p>	Pastillas de zinc y vitamina C
	<p>Aminoácidos</p> <p>Componentes de la proteína que pueden tener efectos cuando se toman de forma aislada, o pueden ser consumidos individualmente por un atleta para fortalecer un alimento / suplemento existente que carece de este aminoácido.</p>	<p>BCAA/Leucina</p> <p>Tirosina</p>
	Antioxidantes	Vitamina C y E

	Los compuestos a menudo se encuentran en alimentos que protegen contra el daño oxidativo de los químicos de radicales libres.	N-acetil cisteína
--	---	-------------------

Tabla 2 – categoría grupo B (Australian Institute of Sport, 2020)

Resumen de categoría	Subcategorías	Ejemplos
<p>Nivel de evidencia:</p> <p>Evidencia científica que no respalde el beneficio entre los atletas O no se realizó ninguna investigación para guiar una opinión informada</p> <p>Uso dentro de los Programas Suplementarios: No se recomienda su uso por atletas dentro de los Programas Suplementarios</p>	<p>Productos de categoría A y B utilizados fuera de los protocolos aprobados</p>	<p>Consulte la lista de productos de las categorías A y B</p>
	<p>El resto</p> <p>Si no puede encontrar un ingrediente / producto en los Grupos A, B o D, probablemente merezca estar aquí</p>	<p>El Marco Suplementario AIS ya no nombra suplementos del Grupo C o ingredientes suplementarios en esta capa de información de primera línea. Esto evita la percepción de que estos suplementos son especiales.</p>

Se puede permitir el uso por parte de atletas identificados donde hay una aprobación específica de un Panel de Suplementos Deportivos o se informe a ellos.		
---	--	--

Tabla 3 – categoría grupo C (Australian Institute of Sport, 2020)

Descripción general de la categoría. Uso dentro del sistema AIS	Subcategorías	Ejemplos
<p>Nivel de evidencia: Prohibido o con alto riesgo de contaminación con sustancias que podrían conducir a una prueba de dopaje positiva</p> <p>Uso dentro de los programas complementarios: no debe ser utilizado por atletas</p>	<p>Estimulantes</p> <p>Consulte la lista de WADA para ver todos los ejemplos: <a href="https://www.wada-ama.org/">https://www.wada-ama.org/</a></p>	Efedrina
		Estricnina
		Sibutramina
		Metilhexanamina (DMAA)
		1,3-dimetilbutilamina (DMBA)
	Otros estimulantes herbales	
	<p>Prohormonas y potenciadores hormonales</p> <p>Consulte la lista de AMA para ver todos los ejemplos: <a href="https://www.wada-ama.org/">https://www.wada-ama.org/</a></p>	DHEA
		Androstenediona
		19-norandrostenediona / ol
		Otras prohormonas
Tribulus terrestris y otros potenciadores de testosterona		
Polvo de raíz de maca *		



	Liberadores de GH y "péptidos" Consulte la lista de WADA para todos los ejemplos:  <a href="https://www.wada-ama.org/">https://www.wada-ama.org/</a>	
	Agonistas Beta-2 Consulte la lista WADA para todos los ejemplos  <a href="https://www.wada-ama.org/">https://www.wada-ama.org/</a>	Higenamine
	Moduladores selectivos de receptores de andrógenos (SARMS)	Andarine Ostarine Ligandrol
	Andarine Ostarine Ligandrol Moduladores Metabólicos	GW1516 (Cardarine)
	Otro  Consulte la lista de WADA para ver todos los ejemplos:  <a href="https://www.wada-ama.org/">https://www.wada-ama.org/</a>	Calostro: no recomendado por la AMA debido a la inclusión de factores de crecimiento dentro de su composición

Tabla 4 - categoría grupo D (Australian Institute of Sport, 2020)

## Directrices para la nutrición en el entrenamiento de la fuerza

Obviamente, no existe una pauta dietética que, por sí misma, mejore o incremente las prestaciones del entrenamiento de la fuerza. Pero lo que sí se puede afirmar es que la correcta alimentación, haciendo uso de una dieta equilibrada, y calculada para satisfacer adecuadamente todas las demandas del estatus nutricional del deportista, permitirá que se consigan dichas mejoras, siempre que quien entrega siga un programa correctamente planificado, regular y constante, basado en las diversas cargas y volumen de trabajo muscular.

Es evidente que, en el entorno deportivo en general, y sobre todo en el que define a los que se dedican al entrenamiento de la fuerza, abundan modas dietéticas variopintas, carentes de sentido científico y en ocasiones perjudiciales para quien las sigue. Sin embargo, para corregir dichas tendencias, a la hora de establecer unas normas especiales de dieta equilibrada, de comienzo es suficiente tener presente las siguientes condiciones:

- la dieta ha de ser diversificada en sus componentes; como norma general se recomienda el consumo diario proporcional;
- el contenido del aporte proteico deberá respetar el equilibrio de aminoácidos esenciales y no esenciales y de proteína animal y vegetal; ha de ser mínimo el consumo de azúcar refinado, incrementando en su lugar el consumo de los hidratos de carbono complejos y de fibra dietética; la ingesta hídrica ha de ser abundante;
- se ha de intentar, siempre que sea posible, que los productos no hayan sido manipulados industrialmente, en cuyo caso se deberá atender a la información nutricional que aparece en sus etiquetas de envasado, y

- siempre se procurará que la dieta esté individualizada para el sujeto concreto, respetando, en caso de ser posible, sus hábitos alimenticios culturales; pero en cualquier caso habrá de ajustarse a las características y exigencias del entrenamiento de la fuerza que este siga en cada momento.

Otras consideraciones de la nutrición del que entrena la fuerza

El entrenamiento de la fuerza supone, en primer término, un incremento significativo del trabajo muscular, el cual, en ocasiones, puede llegar a ser de carácter extenuante. Este hecho provocará un importante incremento de las demandas de energía en el organismo del que entrena. De igual modo, este tipo de sobreesfuerzos exigirá el aporte de mayor cantidad de sustancias de material constitutivo con el fin de que puedan llevarse a cabo los procesos de conservación, reparación tisular y producción de nuevo tejido, secundarios a las respuestas fisiológicas de anabolismo y catabolismo que determina este tipo específico de trabajo muscular.

De lo cual se deduce fácilmente que la interacción entre la nutrición y la actividad física del atleta es vital para obtener su mejor rendimiento muscular y desarrollo de la fuerza y, por tanto, su rendimiento idóneo en el deporte de fuerza/potencia en el que esté integrado; además, claro está, su nutrición cobrará especial relevancia para evitar lesiones por sobrecarga y mantener un buen estado de salud, tanto a corto como a largo plazo.

La influencia que la alimentación del deportista tiene sobre su rendimiento físico ha sido reconocida desde siempre, aunque en cierta medida esta consideración se mantenía circunscrita a los protagonistas incluidos en el ámbito del deporte de la alta competición o de élite; es decir, a los deportistas, así como también a los entrenadores, preparadores de la condición física y personal médico y paramédico que los atienden. Sin

embargo, en nuestros días, esa preocupación e interés ha sobrepasado con creces al ámbito de la alta competición, extendiéndose ampliamente entre los que practican el deporte de ocio y las actividades de musculación. De tal manera ha sido así como se ha exagerado determinadas creencias o hechos acerca de la alimentación deportiva, a veces hasta límites insospechados cuando no ridículos, generándose auténticas supersticiones alimenticias de fuerte contenido irracional, así como toda suerte de falacias dietéticas, muchas veces propagadas por el marketing de determinados productos de suplementación dietética y preparados vitamínico-minerales que se comercializan anunciando presuntos resultados de desarrollo muscular cuasi-milagrosos. La creencia de que “si un poco es bueno, mucho de lo mismo será mejor” genera un coste importante en el deportista cuando la aplica el consumo vitamínico exagerado (megadosis) sin que se dé cuenta de que lo único que consigue es “fabricar” una orina mucho más cara, sin otro beneficio añadido.

**Una dieta con una ingesta inadecuada de nutrientes básico (hidratos de carbono, proteínas y grasas) provocará además de malos rendimientos en el trabajo muscular, trastornos orgánicos en el deportista**

**Pautas dietéticas especiales en el entrenamiento de la fuerza**

El propósito fundamental de quien se integra en un programa de entrenamiento de la fuerza es el de conseguir el incremento significativo de su volumen muscular, ya sea por el mero hecho de mejorar la estética de su estructura somática (además de perseguir el desarrollo de otros parámetros secundarios, como son la postura corporal, el bienestar psicofísico, la disminución del riesgo de lesión, etc.), o bien para incrementar su fuerza con el fin de poder aplicarla en la práctica

deportiva concreta logrando así la mejora de sus rendimientos. En cualquier caso, el elemento básico de “hipertrofia” del tejido somático magro implica unas ciertas particularidades que, han de tenerse en cuenta a la hora de establecer las pautas dietéticas que debe seguir quien lleva a cabo este tipo específico de trabajo muscular.

Pero también ha de reseñarse que el ámbito del entrenamiento de la fuerza ha sido especialmente **pródigo** en producir errores acerca de estas cuestiones. La mayoría de ellos se han motivado por la pretensión de conseguir atajos con los que lograr rápidamente la hipertrofia muscular deseada a través de diversas manipulaciones dietéticas y farmacológicas. Estas o bien son inoperantes, por carecer de eficacia para conseguir el resultado que se busca (que es, sobre todo, el aumentar la masa muscular), o bien pueden ser especialmente perjudiciales para la salud del que las emplea (como sucede con el uso de fármacos anabolizantes).

#### Vitaminas y minerales para el deportista

A pesar de que, en términos generales, tanto al deportista como al que sigue un programa prolongado de musculación se les ha llegado a considerar como algún déficit vitamínico, no existen evidencias fiables de que esto sea así. De hecho, aun cuando sus actividades físicas específicas les obliguen a desarrollar sobreesfuerzos musculares intensos y prolongados, sus requerimientos de vitaminas son similares a los de las personas sanas en las que predominen los hábitos sedentarios. A pesar de ello, en los entornos del deporte y del entrenamiento de la fuerza, se sigue recomendando a sus protagonistas la utilización de suplementos de estas sustancias, sobre todo los que contienen vitaminas hidrosolubles y minerales, con la intención de obtener mejores prestaciones físicas. Por lo común, el soporte de tales consejos dietéticos se basa en la tan extendida falacia de que “si un poco es bueno, más será mejor”.

Está suficientemente establecido que los suplementos vitamínicos, o la ingesta extra de vitaminas vehiculadas en comidas especiales y enriquecidas, no optimizan el rendimiento en las actividades físicas de gran intensidad. Este tipo de micronutrientes carece de efectividad ergogénica, a pesar de haberse especulado en ocasiones acerca de su papel en los procesos de liberación de energía, así como también de su posible influencia sobre las mejoras que ejercen en las prestaciones del trabajo muscular intenso.

El ritmo de ingesta de los alimentos

Un parámetro fundamental que debe regir en las pautas de alimentación de deportistas integrados en un programa del entrenamiento de la fuerza es, además de mantener una dieta equilibrada en su composición, el establecer el momento del día de las ingestas y la frecuencia con la que se llevan a cabo. Tal importancia se basa en las siguientes consideraciones:

Una vez que el nutriente ha sido absorbido, y ha pasado al torrente sanguíneo, se comporta de modo distinto según la hora del día de que se trate, tanto en sus efectos beneficiosos (producción plástica y energética) como en los no deseados (acumulación de grasas); incluso se ha comprobado que aquellas proteínas que son importantes para los diferentes ciclos metabólicos del organismo tienen un pico de síntesis diurno, mientras que las que son relevantes para los procesos de crecimiento celular lo presentan durante la noche.

El alimento, cuando se toma a una hora relativamente constante y predecible, es capaz de modular los diferentes ritmos metabólicos del organismo y, en consecuencia, favorecer en mayor medida su acción sobre el rendimiento del trabajo muscular, siempre que este se lleve a cabo dentro de un horario relativamente estable.

Cuando las rutinas de comidas se han consolidado, también se apuntalan consecuentemente los ritmos de secreción hormonal que interviene en la metabolización de los diversos principios inmediatos (la insulina, el glucagón y la leptina), así como también los procesos que median en el equilibrio energético y de óxido-reducción, de tal forma que el hígado y el músculo son capaces de anticipar la llegada del nutriente, modular los ritmos de actividad enzimática de síntesis de glicógeno y acumular mayor cantidad de ATP en sus depósitos, lo cual beneficia a las actividades fundamentalmente anaeróbicas.

De igual modo, es importante el porcentaje de los macros y micronutrientes que componen cada una de las ingestas en función de los diferentes ritmos con que se regulan los mecanismos que el organismo utiliza en su metabolización, por las siguientes causas:

La tasa de vaciamiento o la de retención gástrica de los alimentos varía en función de la comida de que se trate: el estómago se vacía con más rapidez en el desayuno y se ralentiza en la cena, con independencia de qué tipo de nutriente contenga (aunque, en ambos casos, la retención gástrica disminuye si el alimento está en forma líquida y se prolonga si este es sólido);

El organismo, en función del trabajo al que se le somete o por causas derivadas de determinados desequilibrios dietéticos (las dietas vegetarianas estrictas, por ejemplo), puede experimentar “hambres específicas” hacia un nutriente determinado, así como experimentar ciertos cambios en su absorción y

A medida que se acerca la hora de conciliación del sueño la tolerancia a la glucosa empeora; dado que también en ese periodo el tránsito intestinal disminuye, la cena no debería contener excesiva cantidad de carbohidratos, en particular de azúcares simples.

## Sugerencias para la pérdida de peso en el deporte

Hay muchos atletas elite y recreativos que tienen pesos y grasa corporal normales o bajos. Pero estos individuos pueden querer perder peso y grasa para mejorar el rendimiento deportivo, dar el peso en un deporte de categoría de peso, o alcanzar una forma corporal estéticamente agradable. Cuando estos individuos quieren perder peso, es imperativo que se lleve al mínimo el riesgo de la introducción de conductas alimentarias desordenadas. Además, la pérdida de peso inapropiada puede introducir deficiencias nutricionales importantes para el rendimiento deportivo, tales como la deshidratación, el consumo inadecuado de proteína y carbohidratos, y consumos bajos de micronutrientes. Puede ser difícil el manejo seguro de la pérdida de peso en atletas magros que necesitan lograr un peso determinado el día de la competencia (por ej., remeros de categoría ligera, remeros, jinetes o luchadores). Si se utiliza la deshidratación para lograr esta pérdida de peso, las consecuencias de salud pueden ser severas. Pocos atletas son lo suficientemente ligeros de peso de manera natural para este tipo de deportes competitivos, por lo que se requerirá pérdida de peso antes de una competencia. Si los atletas son jóvenes y están en crecimiento, este no es el momento de restringir severamente el consumo de energía. Por el contrario, hay atletas con sobrepeso/obesos donde la pérdida de peso puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas, y mejorar su salud general y su habilidad de participación en el deporte.

## Logrando un peso corporal saludable para el deporte

¿Cuál es la mejor estrategia para manejar el peso y/o la pérdida de peso en estos diferentes grupos?

- Aquellos que ya son magros y quieren serlo más, conversando el tejido magro.



- Aquellos que tienen sobrepeso y necesitan perder grasa corporal pero también quieren conservar el tejido magro.
- Aquellos que son jóvenes y aún están en crecimiento, pero necesitan aprender cómo manejar sus hábitos alimenticios para igualar sus necesidades de energía.

No hay tablas que proporcionen el peso óptimo o saludable para un atleta compitiendo en un deporte determinado. Sin embargo, los siguientes criterios pueden usarse para determinar un peso corporal realista y saludable para un atleta, independientemente de su nivel de actividad:

- Un peso corporal óptimo para deportes debe procurar cumplir con estos criterios:
- Llevar al mínimo los riesgos de salud, incluyendo las lesiones deportivas, y promover una buena salud y hábitos de alimentación, al mismo tiempo que permita un entrenamiento y rendimiento óptimos en un deporte determinado.
- Considerar la base genética e historia familiar de peso y forma corporales.
- Tomar en cuenta la edad y nivel de desarrollo físico, incluyendo la función reproductiva normal en mujeres.
- Aceptando por el individuo y que pueda mantenerse sin seguir dietas constantemente o restringir el consumo de alimentos.

Así, un peso corporal óptimo debe promover una buena salud, rendimiento deportivo y ser alcanzable. Si un individuo está siguiendo dietas constantemente o está en ciclos de pérdida-recuperación de peso, puede estar tratando de lograr o mantener un peso corporal no realista.

Algunos deportes, (por ej., salto con esquí, lucha y ciclismo) pueden requerir un peso corporal excesivamente bajo durante la temporada competitiva. Los atletas en estos deportes deben ganar peso fuera de

temporada, ya que es poco realista y no es saludable mantener pesos corporales tan bajos a lo largo de todo el año.

#### Dieta y estrategias de pérdida de peso

La siguiente sección resalta las conductas de dietas basadas en evidencia que pueden ayudar a los atletas y personas activas a reducir la grasa corporal, conservando el tejido magro y previendo la recuperación del peso. No se abordan cambios en las estrategias de ejercicio o rutinas de entrenamiento, ya que los entrenadores generalmente determinan esto para los atletas. Debido a que los atletas ya son activos, necesitarán basarse en mayor medida en las estrategias dietéticas enumeradas a continuación para lograr la pérdida de peso.

Una dieta de baja densidad energética es alta en frutas y vegetales enteros, granos enteros e incorpora lácteos bajos en grasa (no necesariamente, los lácteos enteros promueven la saciedad y, pueden incorporarse si se ajusta correctamente a un plan nutricional para la pérdida de peso y grasa), leguminosas/fríjoles, carnes magras y pescado. En general la dieta es baja en grasa y reduce o elimina bebidas que contienen kcal, especialmente bebidas azucaradas y alcohol. La densidad energética de una dieta o un alimento se determina midiendo la cantidad de energía (kcal) para una cantidad dada (g) de alimento. Este tipo de dieta contribuye a la pérdida de peso y a la buena salud de tres maneras:

Es alta en fibra y agua, y baja en grasa, lo que significa que uno puede consumir un mayor volumen de alimento para un consumo total de energía más bajo y aun así, sentirse satisfecho. Una disminución del  $\pm 10\%$  en la densidad energética de la dieta resultará en una disminución del  $\pm 10\%$  en el contenido de energía.

Hay una menor dependencia de la reducción del tamaño de la porción y del conteo de calorías. Estas dietas hacen que uno se sienta lleno y satisfecho después de una comida, reduciendo así el riesgo de

reincidencia. Los cambios dietéticos toman tiempo, y si los individuos pueden experimentar pérdida de peso mientras que todavía se sienten llenos y satisfechos con la dieta, hay una mayor probabilidad de que se mantengan en el plan de alimentación.

Una dieta de baja densidad energética es rica en nutrientes, lo que significa que, aunque se reduce el consumo de energía, aun aporta vitaminas y minerales adecuados para la buena salud.

La investigación muestra que un plan de alimentación de baja densidad energética es efectivo reduciendo el consumo de energía, facilitando la pérdida de peso, previniendo la recuperación del peso, y ayudando a mantener la saciedad en estudios con alimentación bien controlada y en condiciones de vida libre. Por ejemplo, Bell y colaboradores (1998) examinaron la efectividad de un plan de alimentación de baja densidad energética sobre el consumo de energía y la pérdida de peso. Ellos proporcionaron tres diferentes niveles de densidad energética de las dietas donde las mujeres comieron cantidades y pesos similares de alimentos. Los resultados mostraron que, en las dietas de densidad energética más baja, los individuos consumieron 30% menos de calorías que en la dieta de densidad energética más alta. Las mujeres no reportaron diferencias en la valoración del hambre y la sensación de llenura o en el agrado de los alimentos a través de las condiciones de prueba. En un estudio de seguimiento, Rolls y colaboradores (2006) examinaron el efecto del cambio del tamaño de la porción, densidad energética o una combinación de las dos condiciones sobre el consumo de energía total durante un periodo de 2 días. La densidad energética fue alterada por el cambio de las porciones de vegetales en platillos de entrada y por la sustitución de ingredientes/alimentos bajos en grasa por alimentos ricos en grasa (por ej., leche descremada por leche entera). Ellos encontraron que la densidad energética y el tamaño de la porción se

redujo en 25%, el consumo de energía disminuyó el consumo de energía en 575 kcal/día (disminuyó el 24%). Cuando tanto la densidad energética como los tamaños de porción se redujeron simultáneamente, consumo de energía disminuyó 32%. Así la reducción de los tamaños de la porción y la densidad energética disminuirá dramáticamente el consumo de energía, pero solo reduciendo la densidad energética de los alimentos consumidos se reducirá más el consumo de energía que reduciendo los tamaños de la porción.

#### Momento de comidas y refrigerios

Para el atleta, el momento de consumo de alimentos alrededor del entrenamiento y la distribución del consumo de alimentos durante el día asegurará que el cuerpo tenga la energía y los nutrientes necesarios para el ejercicio y la construcción y reparación del tejido magro. El reabastecimiento después del ejercicio es especialmente importante para el atleta que quiere perder peso. Esta estrategia puede ayudar a prevenir que el atleta llegue a estar muy hambriento y que consuma alimentos o bebidas que no estén en su plan de alimentación. Así, la rutina de dieta post-ejercicio necesita incluir líquidos para la rehidratación, carbohidratos en la forma de alimentos de baja densidad energética (por ej., frutas y vegetales enteros, granos enteros) para reponer el glucógeno, y proteína de alta calidad baja en grasa para la construcción y reparación del tejido magro. Debido a que muchos atletas pueden no tener estos alimentos fácilmente disponibles después del ejercicio, deben planear con anticipación y estratégicamente usar alimentos para deportistas y/o refrigerios saludables para cubrir sus necesidades de energía y nutrientes mientras se mantienen dentro de su plan de alimentación. Si es posible, la mejor manera de abordar el reabastecimiento después del ejercicio para los atletas que están tratando de reducir el consumo de energía, es planear una comida saludable inmediatamente después del ejercicio y entrenamiento. Esto

ayudará a reducir la necesidad del refrigerio post-ejercicio. Por ejemplo, un entrenamiento muy temprano puede ser seguido inmediatamente de un desayuno abundante, que entonces reabastezca y rehidrate. Un nutricionista deportivo puede enseñar al atleta cómo comprar, seleccionar y preparar alimentos de baja densidad energética, y planear los alimentos apropiados alrededor del entrenamiento y la competencia.

### Consumir la proteína adecuada

La mayoría de los atletas tienen poco problema consumiendo cantidades adecuadas de proteína; sin embargo, cuando se restringe el consumo de energía pueden reducirse algunas fuentes de proteína. Para muchos atletas, la mayoría de la energía y la proteína viene de una comida grande al final del día. Así, el atleta necesita un plan de alimentación que permita el consumo estratégico de proteína adecuada de alta calidad durante el día, pero especialmente después del ejercicio y en el desayuno. Esta estrategia dietética puede beneficiar al atleta que trata de perder peso de dos maneras:

- Asegura que la proteína adecuada esté disponible para la construcción, reparación y mantenimiento del tejido magro durante el día.
- Las dietas más altas en proteína se han asociado con aumento en la saciedad y reducción en el consumo de energía. Por ejemplo, Weigle y colaboradores (2005) reportaron una disminución en el consumo de energía ( $441 \pm 64$  kcal/día) durante un periodo de 12 semanas en individuos ( $IMC = 26.2 \pm 2.1$  kg/m<sup>2</sup>) alimentados con una dieta alta en proteína a libre demanda (30% de la energía a partir de proteína, 20% de grasa y 50% de carbohidratos) comparado con una dieta isocalórica más baja en proteína (15% de la energía a partir de proteína).

Por lo tanto, es importante que el consumo de proteína permanezca en, o por encima, del rango recomendado para una persona activa.

#### Evitar la restricción energética severa

Aunque es tentador utilizar prácticas dietéticas extremas, especialmente dietas muy bajas en energía (<1200 kcal/día) que resulten en pérdida rápida de peso, el atleta debe evitar estas dietas. La combinación de restricción energética severa con un programa de entrenamiento intenso de resistencia y/o fuerza realmente puede resultar en adaptaciones metabólicas que reducen la efectividad de estos dos factores sobre la pérdida de peso. Además, son extremadamente estresantes para el atleta y no pueden sostenerse por periodos prolongados. La investigación ha demostrado que la pérdida de peso más lenta y más razonable (~0.7% pérdida de peso corporal/semana) en atletas, ayudó a preservar el tejido magro y mejoró las ganancias en fuerza (no suele ser lo habitual ni lo más óptimo, pero podría darse, dependiendo de muchos factores en la preparación de un deportista) que con una pérdida de peso más severa (1.4% pérdida de peso/semana). Finalmente, la restricción energética severa tiene un número de otras consecuencias negativas que se mencionan a continuación:

- Reduce la habilidad de entrenar a intensidades más altas debido al deficiente consumo de energía y reposición del glucógeno, resultando en una disminución del rendimiento aeróbico y anaeróbico.
- Aumento del riesgo de lesión debido a la fatiga y a la pérdida de tejido magro.
- Aumento del riesgo de conductas de alimentación desordenada debido a la restricción energética severa.
- Aumento del riesgo de deshidratación, especialmente si la dieta es cetogénica.

- Aumento del riesgo de consumo deficiente de nutrientes, incluyendo nutrientes esenciales, debido al consumo limitado de alimentos. Esto es especialmente cierto si la dieta se sostiene durante cualquier cantidad de tiempo y no se utilizan suplementos multivitamínicos/minerales.
- Aumento de estrés emocional debido al hambre, fatiga y estrés de seguir una dieta que restrinja severamente el consumo de energía, en donde el gasto energético es alto.

#### Función cognitiva y factores psicológicos en la pérdida de peso inadecuada

Como ya se ha señalado y explicado, una mala planificación nutricional puede ser causa de un mal resultado. La deshidratación y la restricción energética severa conducirán a una sensación general de fatiga y es probable que genere una mayor percepción de esfuerzo. Los deportistas que experimentan una rápida pérdida de peso han mostrado un aumento en la ira, la fatiga, la tensión y la ansiedad, así como una memoria deteriorada a corto plazo. Algunos deportistas experimentan este aumento de la ira como mejora del rendimiento y, por lo tanto, como parte esencial de la preparación previa a la competencia.

La mayoría de los atletas de la categoría de peso y aquellos que compiten en deportes de fuerza son aptos y fuertes, pero quieren reducir el peso para mejorar aún más el rendimiento, por ende, debe haber una motivación en lograr la fuerza y la potencia y competir en una categoría de mayor peso para encontrar el mejor rendimiento (si fuera necesario).

Muchos de los deportistas están ansiosos por realizar la pérdida de peso para entrar en una categoría u otra creyendo que rendirán más, por ese motivo, es importante informarles sobre los efectos secundarios de la mala alimentación y el comportamiento anormal.

El peso y la composición corporal del atleta no deben medirse a menos que existan razones fundadas de salud y / o rendimiento. Para los atletas de élite, el peso y la composición corporal son variables de rendimiento importantes, así como una necesidad en algunos de los trabajos prácticos. Sin embargo, los problemas de dieta y peso nunca deben ser un tema que deben presentarse de acuerdo con el deseo del atleta. A este respecto, la posibilidad de aumentar el peso y un cambio de clase de peso también debe discutirse. La atención debe centrarse en la mejora del rendimiento a través de estrategias dietéticas: mejor nutrición, mejor salud, enfoques mentales y psicológicos y aspectos físicos.

#### Papel del nutricionista

Cuando los deportistas se acercan al preparador físico con preguntas complejas acerca de aspectos nutricionales, es importante referirlos a las fuentes apropiadas, como el médico del equipo, un nutricionista deportivo o un dietista graduado familiarizado con los deportes. El médico del equipo es responsable de las decisiones relacionadas con el cuidado de la salud del deportista y las necesidades médicas. El nutricionista es responsable de las necesidades dietéticas del deportista y trabaja en estrecha cooperación con el médico y el preparador físico para hacer llegar los mensajes adecuados al deportista.

Entre las responsabilidades del nutricionista se incluyen:

- Asesoramiento nutricional personalizado; pérdida o ganancia de peso, estrategias para mejorar el rendimiento, planificación de menús y suplementos dietéticos.
- Análisis de los registros de la dieta que realiza el deportista.



- Educación nutricional: presentaciones y documentos escritos con información básica.
- Derivación y tratamiento de trastornos de la alimentación.

En conclusión, el principal papel de la nutrición en relación con la preparación física es dar soporte al rendimiento deportivo. La hidratación adecuada, el aporte adecuado de energía y de proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales permite a los deportistas obtener los máximos beneficios del entrenamiento, si las lesiones y la motivación del deportista lo permiten.

#### Bonus

Se realizó una diagnóstico y control del estado nutricional de los atletas del equipo olímpico permanente de levantamiento de pesas del Comité Olímpico Brasileño en el año 2005. Los resultados obtenidos de la evaluación dietética mostraron que la distribución de energía entre los macronutrientes fue adecuada,  $54 \pm 6.8\%$  (CHO);  $28,5 \pm 5,9\%$  (LIP); y  $14.5 \pm$  (PRO). Sin embargo, con respecto a la ingesta total de energía, el 83% de los atletas presentaron ingesta de energía por debajo de los valores recomendados, considerando el alto nivel de actividad física, por ende, los datos obtenidos en ese estudio mostraron la necesidad de un apoyo continuo de los profesionales de la nutrición en los deportes olímpicos, especialmente el levantamiento de pesas, ya que los comportamientos nutricionales inadecuados, como se han mostrado en este estudio, pueden influir negativamente en los resultados finales del rendimiento.

Con este último apartado, quiero matizar que, la nutrición en deportes de alta exigencia y más concretamente, en deportes profesionales, tiene un calibre altamente considerable, además de una gran importancia.

## Reflexión

“Un día que no entrenes, quizás, no te ocurra nada, en cambio, si no comes, sí que podría tener un efecto negativo”.

Esta frase alude, al pensamiento falaz de que el entrenamiento es más importante que la nutrición. No digo que la nutrición sea más importante en un proceso de preparación para competir, sino que, la nutrición es indispensable para la vida. Para objetivos concretos y exhaustivos cobra aún más relevancia y peso.

## Referencias

1. Marins J, Agudo C, Iglesias M, Marins N, Zamora S. Hábitos de hidratación en un grupo de deportistas de resistencia. Selección. 2004; 13: 18-28)
2. Saunders M, Kane M, Todd M. Efectos de una bebida de carbohidratos y proteínas sobre la resistencia al ciclismo y el daño muscular. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36: 1233-8.
3. Diagnóstico del estado nutricional de los atletas del Equipo Olímpico Permanente de Levantamiento de Pesas del Comité Olímpico Brasileño (COB) Carlos Augusto Costa Cabral 1, Gilberto Paixão Rosado 2, Carlos Henrique Osório Silva 3 y João Carlos Bouzas Marins 4.
4. Areta, JL; Burke, LM; Ross, ML; Cámara, DM; Oeste, DWD; Broad, EM; Jeacocke, NA; Moore, DR; Stellingwerff, T; Phillips, SM; et al. El momento y la distribución de la ingesta de proteínas durante la recuperación prolongada del ejercicio de resistencia altera la síntesis de proteínas miofibriladoras. J. Physiol. 2013, 591, 2319–2331.
5. Phillips, SM; Van Loon, LJC Proteína dietética para atletas: desde los requisitos hasta la adaptación óptima. J. Sports Sci. 2011, 29 Supl 1, S29 – S38.

6. Moore, DR; Churchward-Venne, TA; Witard, O.; Breen, L.; Burd, NA; Tipton, KD; Phillips, SM La ingestión de proteínas para estimular la síntesis de proteínas con miofibrilo requiere mayores ingestas de proteínas relativas en hombres sanos mayores versus jóvenes. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Medicina. Sci.* 2014, glu103.
7. Nutrición y rendimiento deportivo. *Medicina. Sci. Ejercicios Deportivos.* 2016, 48, 543–568.
8. Jäger, R.; Kerksick, CM; Campbell, BI; Cribb, PJ; Wells, SD; Skwiat, TM; Purpura, M.; Ziegenfuss, TN; Ferrando, AA; Arent, SM; et al. Posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva: proteínas y ejercicio. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2017, 14, 20.
9. Witard, OC; Turner, JE; Jackman, SR; Kies, AK; Jeukendrup, AE; Bosch, JA; Tipton, KD La proteína alta en la dieta restaura las alteraciones inducidas por sobrealcance en el tráfico de leucocitos y reduce la incidencia de infección del tracto respiratorio superior en ciclistas de élite. *Cerebro. Behav Immun* 2014, 39, 211–219.
10. Moore, DR; Robinson, MJ; Fry, JL; Tang, JE; Glover, EI; Wilkinson, SB; T antes.; Tarnopolsky, MA; Phillips, SM Respuesta a la dosis de proteína ingerida de la síntesis de proteínas musculares y de albúmina después del ejercicio de resistencia en hombres jóvenes. *A.m. J. Clin. Nutr.* 2009, 89, 161-168.
11. Macnaughton, LS; Wardle, SL; Witard, OC; McGlory, C.; Hamilton, DL; Jeromson, S.; Lawrence, CE; Wallis, GA; Tipton, KD La respuesta de la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio de resistencia de todo el cuerpo es mayor después de 40 g que 20 g de proteína de suero ingerida. *Physiol Reps.* 2016.
12. Helms, E., Morgan, A., Valdez, A. *The Muscle & Strength Pyramid: nutrición.* 2 nd ed. 2019. 225-226 p.

13. Burke, Louise. *Nutrición en el Deporte. Un enfoque práctico*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007, Capítulo 1, pp. 1-28.
14. Oliver AJ, Leon MT, Hernandez EG. Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms. 3, 2008, *Arch Latinoam Nutr*, Vol. 58, pp. 221-227.
15. Burke, Louise. *Alimentos y suplementos para Deportistas. Nutrición en el deporte. Un enfoque práctico*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007, pp 41-68.
16. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The Use dietary supplements by athletes, suppl1, 2007, *J Sports Sci*, Vol. 25, pp. S103-S113.
17. Ranchordas MK, Burd N, Senchina DS, et al. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, Sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance-part 29. 2, 2012, *J Sports Med*, Vol. 46, pp. 155- 156.
18. Telford RD, Catchpole EA, Deakin V, et al. The effect of 7 to 8 months of vitamin/mineral supplementation on Athletic performance 2, 1992, *Int J Sport Nutr*, Vol. 2, pp. 135- 153.
19. Naziroglu M, Kilinc, F, Uguz AC, et al. Oral vitamin C and E combination modulates blood lipid peroxidation and antioxidant vitamin levels in maximal exercising basketball players. 4, 2010, *Cell Biochem Func*, Vol. 28, pp. 300-305.
20. Ashenden MU, Martin DT, Dobson GP, et al. Serum ferritin and anemia in trained female athletes. 3, 1998, *Int J Sport Nutr*, Vol. 8, pp. 223-229.
21. Martin BR, Davis S, Campbell WW, et al. Exercise and calcium supplementation: effects on calcium homeostasis in sportswomen9, 2007, *Med Sci Sports Exer*, Vol. 39, pp. 1481-1486.
22. Saper, C.B., T.E. Scammell, and J. Lu (2005). Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. *Nature* 437:1257-1263.
23. Silber, B.Y. and J.A. Schmitt (2010). Effects of tryptophan loading on human cognition, mood, and sleep. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 34:387-407.

24. Heine, W.E. (1999). The significance of tryptophan in infant nutrition. *Adv. Exp. Med. Biol.* 467:705-710.
25. Fernstrom, J.D., and R.J. Wurtman (1971). Brain serotonin content: physiological dependence on plasma tryptophan levels. *Science* 173:149-152.
26. Porter, J.M., and J.A. Horne (1981). Bed-time food supplements and sleep: effects of different carbohydrate levels. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 51:426-433.
27. Orr, W.C., G. Shadid, M.J. Harnish, and S. Elsenbruch (1997). Meal composition and its effect on postprandial sleepiness. *Physiol. Behav.* 62:709-712
28. Afaghi, A., H. O'Connor, and C.M. Chow (2007). High-glycemic-index carbohydrate meals shorten sleep onset. *Am. J. Clin. Nutr.* 85:426-430.
29. Afaghi, A., H. O'Connor, and C.M. Chow (2008). Acute effects of the very low carbohydrate diet on sleep indices. *Nutr. Neurosci.* 11:146-154.
30. Jalilolghadr, S., A. Afaghi, H. O'Connor, and C.M. Chow (2011). Effect of low and high glycaemic index drink on sleep pattern in children. *J. Pak. Med. Assoc.* 61:533-536.
31. Lindseth, G., P. Lindseth, and M. Thompson (2011). Nutritional effects on sleep. *West. J. Nurs. Res.* 2011 Aug 4. [Epub ahead of print].
32. Morin, C.M. and R. Benca (2012). Chronic insomnia. *Lancet* 379:1129-1141.
32. Grandner, M.A., D.F. Kripke, N. Naidoo, and R.D. Langer (2010). Relationships among dietary nutrients and subjective sleep, objective sleep, and napping in women. *Sleep Med.* 11:180-184.
33. Cox G, Mujika I, Tumilty D, et al. Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. 2, 2002, *Int J Sport Nutr Exer Metab*, Vol. 12, pp. 33-46. performance during a field test simulating match play in elite female soccer.

34. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. 19, 2011, Sports Med, Vol. 41, pp. 801-814.
35. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. 10, 2009, Sport Med, Vol. 39, pp. 813-832.
36. Van Rosendal SP, Osborne MA, Fasset RG. Guidelines for glycerol use in hyperhydration and rehydration associated with exercise. 2, 2010, Sports Med, Vol. 40, pp. 113-129.
37. Gleeson, M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. 10, 2008, J Nutr, Vol. 138, pp. 2045S-2039S.
38. Thomson JS, Watson PE, Rowlands DS. Effects of nine weeks of hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. 3, 2009, J Strength Con Res, Vol. 23, pp. 827-835.
39. Seifert JG, Subuhi AW, FuMX, et al. The role of ribose on oxidative stress during hypoxic exercise: a pilot study. 3, 2009, J Med Food, Vol.12, pp. 690-693.
40. Sundgot-Borgen, J., and M.K. Torstveit (2010). Aspects of disordered eating continuum in elite high-intensity sports. Scand. J. Med. Sci. Sports 2: 112-121.
41. Knight A. Weight-loss methods probed after 3 collage wrestlers die. December, 16, 1997. The Washington Post. Available at: [https://www.washingtonpost.com/archive/sports/1997/12/18/weight-loss-methods-probed-after-3-college-wrestlers-die/3dcb7763-8491-4b8f-bac6-6991b2ef64b2/?utm\\_term=.d880ab19ab01](https://www.washingtonpost.com/archive/sports/1997/12/18/weight-loss-methods-probed-after-3-college-wrestlers-die/3dcb7763-8491-4b8f-bac6-6991b2ef64b2/?utm_term=.d880ab19ab01)
42. Slater, G.J., A.J. Rice, K. Sharpe, I. Mujika, D. Jenkins, and A.G. Hahn (2005). Body-mass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. Med. Sci. Sports Exerc. 37: 860-866
- Borchers, J.R., K.L. Clem, D.L. Habash, H.N. Nagaraja, L.M. Stokley, and T.M. Best (2009). Metabolic syndrome and insulin resistance in Division 1

collegiate football players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41: 2105-2110. Donnelly, J.E., S.N. Blair, J.M. Jakicic, M.M. Manore, J.W. Rankin, and B.K. (2009). American

43. Manore, M.M., N.L. Meyer, and J. Thompson (2009). *Sport Nutrition for Health and Performance*. Champaign, IL, Human Kinetics.

44. Ello-Martin, J.A., J.H. Ledikwe, and B.J. Rolls (2005). The influence of food portion size and energy density on energy intake: implications for weight management. *Am. J. Clin. Nutr.* 82: 236S-241S.

45. Rolls, B.J. (2009). The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol. Behav.* 97: 609-615

46. Bell, E.A., V.H. Castellanos, C.L. Pelkman, M.L. Thorwart, and B.J. Rolls (1998). Energy density of foods affects energy intake in normal-weight women. *Am. J. Clin. Nutr.* 67: 412-420.

47. Rolls, B.J., L.S. Roe, and J.S. Meengs (2006). Reductions in portion size and energy density of foods are additive and lead to sustained decreases in energy intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 83: 11-17.

48. Muñoz, A. 2014. *Guía de nutrición para el entrenamiento de la fuerza*; pp. 75-76.

49. Muñoz, A. 2014. *Guía de nutrición para el entrenamiento de la fuerza*; pp 89-96.

50. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Vitaminas*. Cap.11.

51. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Minerales*. Cap.10.

52. Leutholtz B, Kreider R. *Ejercicio y nutrición deportiva*. En: Wilson T, Temple N, editores *Salud nutricional* Totowa: Humana Press; 2001. p. 207-39

53. Kreider R, Leutholtz B, Katch F, Katch V. Ejercicio y nutrición deportiva. Papa Noel Barbara: Fitness Technologies Press; 2009. (Editor de la serie
54. Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci*2011; 29: S17-27.
55. Ferrando, A.A., K.D. Tipton, D. Doyle, S.M. Phillips, J. Cotiella. And R.R. Wolfe. Testosterone injection stimulates net protein synthesis but not tissue amino acid transport. *Am. J. Physiol.* 275:E864-E871. 1998.
56. Keys, A., and A.F. Henschel. Vitamin supplementation of U.S. Army rations in relation to fatigue and the ability to do muscular work. *J. Nutr.* 23:259-269. 1942.
57. Kochakian. C.D. Anabolic-androgenic steroids: A historical perspective and definition. En: *Anabolic Steroids in Sport and Exercise*, C.E. Yesalis, ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 1993. Pp. 3-33.
58. Chesley, A., R.A. Howlett, G.J.F. Heigenhauser, E. Hultman, and L.L. Spriet. Regulation of muscle glycogenolytic flux during intense aerobic exercise and after caffeine ingestion. *Am. J. Physiol.* 275:R596-R603. 1998.
59. Bovee, S. E., Silliman, K., Liotta, D. & Azevedo, J. (2003). Effects of a high fat, high carbohydrate and high protein diet on endurance performance in trained cyclists and untrained controls. *Journal of the American Dietetic Association*, (pág. 1). A73.
60. El Elj, N., Lacb, G., Zaouali, M., Tabka, Z., Gharbi, N. & El Fazaa, S. (2007). Interaction of high-fat versus high-carbohydrate diets and physical training on energy metabolism in the rat. *Science y Sports* , 22, 286-288
61. Haman, F., Péronnet, F., Kenny, J. P., Doucet, E., Massicotte, D., Lavoie, C., et al. (2004). Effects of carbohydrate availability on sustained shivering I. Oxidation of plasma glucose, muscle glycogen, and proteins. *Journal of Applied Physiology* , 96, 32-40.



62. Petrie, H. J., Stover, E. A. & Horswill, C. A. (2004). Nutritional Concerns for the Child and Adolescent Competitor. *Nutrition* , 20, 620–631.
63. Shirreffs, S. M. (1998). Effects of ingestion of Carbohydrate-electrolyte solutions on exercise performance. *International Journal of Sports Medicine* , 19, S117–S120.
64. Redondo MP, De Mateo B, Carreño L, Marugán JM, Fernández M, Camina MA. Ingesta dietética y adherencia a la dieta mediterránea en un grupo de estudiantes universitarios en función de la práctica deportiva. *Nutr Hosp* 2016; 33(5): 1172–8.
65. Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29 (1), S17–27. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>.
66. Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Tranchina, C. P., Rashti, S. L., Kang, J. y Faigenbaum, A. D. (2009). Effect of protein-supplement timing on strength, power, and bodycomposition changes in resistance-trained men. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 19(2), 172–185.
67. Koopman, R., Wagenmakers, A. J., Manders, R. J., Zorenc, A. H., Senden, J. M., Gorselink, M., Keizer, H. A. y Van, Loon, L. J. (2005). Combined ingestion of protein and free leu- Martínez-Sanz, J. M.; Urdampilleta, A. Necesidades nutricionales y planificación dietética ... Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 2012: 29, 95–114 113 cine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *American journal of physiology*, 288(4), 645–653.
68. Porter. J., HORNE. J.A., Bed-time Food Supplements and Sleep: Effects of Different Carbohydrate Levels. 1981 Apr;51(4):426–33. doi: 10.1016/0013-4694(81)90106-1.
69. Afaghi, A., H. O'Connor, and C.M. Chow (2007). High-glycemic-index carbohydrate meals shorten sleep onset. *Am. J. Clin. Nutr.* 85:426–430.

70. Afaghi, A., H. O'Connor, and C.M. Chow (2008). Acute effects of the very low carbohydrate diet on sleep indices. *Nutr. Neurosci.* 11:146-154.
71. Pendergast, D.R., P.J. Horvarth, J.J. Leddy, and J.T. Venkatraman. The role of dietary fat on performance, metabolism, and health, *AM. J. Sports Med.* 24:S53-358. 1996.
72. Hawley, J.A., E.J. Schabort. T.D. Noakes, and S.C. Dennis. Carbohydrate-loading and exercise performance: An update. *Sports Med.* 24:73-81. 1997.
73. Romijn, J.A., E.F. Coyle, L.s. Sidossis, A. Gastaldelli, J.F. Horowitz, E. Endert, and R.R. Wolfe. Regulation of endogenous Fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am. J. Physiol.* 265:E380-E391. 1993.
74. Knight A. Weight-loss methods probed after 3 college wrestlers die. December, 16, 1997. *The Washington Post*. Available at: [https://www.washingtonpost.com/archive/sports/1997/12/18/weight-loss-methods-probed-after-3-college-wrestlers-die/3dcb7763-8491-4b8f-bac6-6991b2ef64b2/?utm\\_term=.d880ab19ab01](https://www.washingtonpost.com/archive/sports/1997/12/18/weight-loss-methods-probed-after-3-college-wrestlers-die/3dcb7763-8491-4b8f-bac6-6991b2ef64b2/?utm_term=.d880ab19ab01).
75. Rodriguez, N.R., N.M. DiMarco, and S. Langley (2009). Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41: 709-731.
76. Westerterp-Plantenga, M.S., A. Nieuwenhuizen, D. Tomé, S. Soenen, and K.R. Westerterp (2009). Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Annu. Rev. Nutr.* 29: 21-41.
77. Weigle, D.S., P.A. Breen, C.C. Matthys, H.S. Callahan, K.E. Meeuws, V.R. Burden, and J.Q. Purnell (2005). A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.* 82: 41-48.
78. Garthe, I., T. Raastad, P.E. Refsnes, A. Koivisto, and J. Sundgot-Borgen (2011). Effect of two different weight-loss rates on body

composition and strength and power-related performance in elite athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 21: 97-104.

79. Manore, M.M., N.L. Meyer, and J. Thompson (2009). *Sport Nutrition for Health and Performance*. Champaign, IL, Human Kinetics.

80. Hall, CJ y Lane, AM (2001). Efectos de la rápida pérdida de peso en estado de ánimo y rendimiento entre los boxeadores aficionados.

*British Journal of Sports Medicine*, 35, 390-395. Hetland, ML, Haarbo, J.

y Christiansen, C. (1993). Bajo masa ósea y alta rotación ósea en corredores de larga distancia masculinos. *Revista de Endocrinología Clínica y Metabolismo*, 77, 770-775.

81. Steen, S. N., & Brownell, K. D. (1990). Pattern of weight loss and regain in wrestlers: Has the tradition changed? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 762-768.

82. Horswill, C. A., Hickner, R. C., Scott, J. R., Costill, D. L., & Gould, D. (1990). Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity physical performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 470-476.

83. Choma, C. W., Sforzo, G. A., & Keller, B. A. (1998). Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 746- 749.

84. Degoutte, F., Jouanel, P., Be`gue, R. J., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J. M. et al. (2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 9-18.

85. Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2000). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 454-459.

