

Requerimientos Energéticos

Variables de entrenabilidad y requerimientos nutricionales

La nutrición deportiva es una rama de las ciencias de la nutrición que se encarga de esgrimir las recomendaciones nutricionales para individuos que practican deportes de distinto nivel de intensidad. Por lo mismo, sus recomendaciones abarcan la cobertura de energía, macro y micronutrientes durante el entrenamiento, la competición y el descanso.

La cobertura de los requerimientos energéticos es necesaria en cualquier proceso durante el ciclo vital. Para la práctica deportiva es crucial, ya que esto asegura por una parte el mantenimiento del estado nutricional con la conservación adecuada de la composición corporal, pero también de un adecuado rendimiento durante el entrenamiento y la competición (Rodríguez, 2009, p. 510).

Sin embargo, es complejo llegar a determinar con exactitud los requerimientos energéticos de un sujeto que practica deporte, ya que estos son individuales y dependen de múltiples factores, tales como la edad, el sexo y el tipo de práctica deportiva.

De acuerdo con los grupos de expertos y a la Asociación Americana de Dietistas, los deportistas deben ser asesorados por un nutricionista experto en nutrición deportiva en cuanto a cómo cubrir sus necesidades energéticas y nutricionales en general. Esto se debe a que es de especial importancia durante el entrenamiento y la competición la cobertura de proteínas e hidratos de carbono para la mantención del peso, la recuperación del glicógeno y proveer adecuado sustrato para la reparación muscular, asimismo la cobertura de grasas debe ser considerada para proveer los ácidos grasos esenciales necesarios como también las vitaminas liposolubles (Rodríguez et al., 2009, p. 509).

La determinación del requerimiento energético de un individuo con práctica deportiva habitual implica también una adecuada estimación de requerimientos de macronutrientes, pudiendo así entregar recomendaciones acordes al entrenamiento. Esto es esencial, ya que durante el entrenamiento y/o la competición es indispensable mantener adecuados niveles de glicemia lo que determinará el desempeño durante el entrenamiento y el nivel de recuperación del individuo.

Por otro lado, los riesgos que se asumen al no realizar una adecuada estimación de los requerimientos energéticos y con ello una inadecuada recomendación de macronutrientes se relaciona con la pérdida de masa muscular y enlentecimiento en su recuperación, pérdida de masa ósea o disminución de su densidad, aumenta el riesgo de fatiga del deportista y de fracturas o lesiones, además en el caso de las mujeres también se asocia a alteraciones menstruales (Rodríguez, 2009, p. 510).

Por lo tanto, es crucial conocer las distintas vías metabólicas asociadas a los tipos de ejercicios, qué rol juegan las distintas fibras musculares en el metabolismo energético y cuáles son las metodologías existentes hasta hoy para la determinación de los requerimientos energéticos.

Energía Durante La Actividad Física

La energía ingresa al cuerpo humano mediante enlaces altamente energéticos contenidos en los alimentos, específicamente en los macronutrientes: principalmente hidratos de carbono y lípidos, excepcionalmente proteínas. La energía liberada a partir de estos enlaces es la que impulsa funciones corporales como la secreción hormonal, síntesis de compuestos, reparación de tejidos y transmisión nerviosa. La contracción muscular también es dependiente de esta liberación de energía, ya que esta es necesaria para estimular elementos contráctiles que activan vías moleculares a cargo de acortar las fibras musculares (Katch et al., 2015, p. 178).

La energía obtenida a partir de la oxidación de los macronutrientes (hidratos de carbono, grasas y proteínas) es canalizada a través de un compuesto rico en energía denominado Adenosin Tri-Fosfato (ATP), la liberación y transferencia de energía del ATP impulsa prácticamente todos los procesos biológicos del cuerpo humano (Katch et al., 2015, p. 194).

ATP

Está constituido por una molécula de ribosa y adenina, que conforma la adenosina que está enlazada a tres fosfatos, cada uno consta de fósforo y oxígeno. Los enlaces externos de fósforo contienen enlaces altamente energéticos, energía que es liberada durante su hidrólisis. Una vez que la energía es liberada para trabajo muscular o cualquier otra función biológica se forma un nuevo compuesto denominado Adenosin Di-Fosfato (ADP). Excepcionalmente se puede formar también Adenosin Mono-Fosfato (AMP), esto ocurre solamente cuando es necesario sintetizar compuestos, en donde el ATP libera dos grupos fosfatos (Katch et al., 2015, p. 194).

En condiciones de laboratorio ha sido determinada la tasa energética que es liberada durante la hidrólisis del ATP, encontrando que una vez que es liberado el fosfato inorgánico se entregan 7,3 kcal de energía libre disponible para el trabajo; sin embargo, estas condiciones de laboratorio son difícilmente comparables, ya que para lograr esta liberación de energía por hidrólisis de ATP se utilizó una temperatura de 25°C, presión atmosférica de 1 y concentraciones mantenidas de 1 molal a pH 7.0 (Katch et al., 2015, p. 194).

El ATP es reconstituido principalmente a partir de la oxidación de los macronutrientes; sin embargo, los niveles de ATP son mantenidos mediante distintas vías metabólicas. En el citoplasma celular está presente la fosfocreatina (PCr), la glucosa, el glicerol proveniente del hidrólisis de ácidos grasos y los esqueletos de carbono de aminoácidos desaminados, que son fuentes para la síntesis de ATP, sobre todo en condiciones anaeróbicas. Mientras que en la mitocondria la formación de ATP es el producto final del ciclo de Krebs y de la cadena respiratoria al oxidar ácidos grasos, piruvato y aminoácidos, aquí la síntesis se produce en presencia de oxígeno (Katch et al., 2015, p. 196).

El ATP también puede ser hidrolizado en forma anaeróbica, es decir, en ausencia de oxígeno, lo que genera una rápida liberación de energía, este proceso es utilizado en trabajo muscular de corta duración y de alta intensidad como, por ejemplo, correr rápidamente para subirse a un autobús (Katch et al., 2015, p. 196).

La reserva de ATP muscular es baja, aproximadamente de 5 mmol/kg de músculo húmedo, esto es un eficiente mecanismo regulador del metabolismo energético, ya que al mantener pequeñas concentraciones de ATP (Hargreaves, 2018, p. 1), el equilibrio entre ATP/ADP o ATP/AMP cambia rápidamente frente a mínimas variaciones del ATP, generando un aumento de la movilización de sustratos almacenados para la síntesis de ATP para producir de forma urgente la transferencia de energía (Katch et al., 2015, p. 196).

La mantención de la actividad contráctil durante el ejercicio es enteramente dependiente de la reserva de ATP; de la transferencia de energía a partir del ATP dependen la función de la bomba Na^+/K^+ de la miosina y de las ATPasas del retículo sarcoplásmico que son esenciales para mantener la contracción muscular (Hargreaves, 2018, p. 2).

Requerimientos Energéticos En El Deporte Y Actividad

La determinación de los requerimientos energéticos debe ser el objetivo principal en toda intervención nutricional a deportistas, ya que con ello se realizará una adecuada distribución de sustratos de acuerdo con el entrenamiento en particular, de tal manera de obtener buenos resultados deportivos manteniendo el estado nutricional, la composición corporal y evitando la fatiga del entrenamiento.

Anteriormente se mencionó que el tipo de deporte que se practique condiciona el sustrato a utilizar para la síntesis de ATP; esto también es pertinente para las necesidades energéticas, ya que un sujeto que practica deportes de alta resistencia contiene más tejido muscular, lo que hace que sus requerimientos energéticos sean mayores a los de un sujeto que practica deportes de resistencia aeróbica. Esto hace entonces dificultosa la determinación del requerimiento de manera teórica. Por esto, el Colegio Americano de Medicina deportiva recomienda utilizar la calorimetría indirecta como método estándar; sin embargo, no siempre los recintos deportivos cuentan con este equipamiento, por lo tanto, frecuentemente, se utilizan ecuaciones predictivas cuya desventaja es que se han obtenido de estudios en poblaciones adultas, esencialmente sedentarios, por lo que pueden diferir en su validez cuando son aplicadas a grupos de deportistas (Prodriguez, 2009, p. 512).

Las ecuaciones recomendadas por varios grupos de expertos, entre ellos el Colegio de Nutricionistas de Canadá y el Colegio Americano de Medicina Deportiva son las de Cunningham y de Harris-Benedict (Tabla 1). La fórmula de Cunningham (Tabla 1) estima la tasa metabólica en reposo y la de Harris Benedict la tasa metabólica basal (Rodriguez et al., 2009, p. 512). Sin embargo, existen otras ecuaciones predictivas utilizadas en población sana, e incluso en deportistas.

Ecuación de **Owen** – Desarrollada en 1986 en el Centro de Investigación Clínica de la Universidad de Vermont fue validada a través de pruebas con calorimetría directa principalmente en sujetos obesos, pero también en atletas entrenados. Esta fórmula estima la tasa metabólica basal (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 437).

Ecuación De Mifflin –

No es recomendable usarla en deportistas, ya que para el desarrollo de esta fórmula se consideraron componentes del riesgo cardiovascular en adultos de 19 a 78 años. Para llegar a estimar la fórmula, se utilizó en la población de estudio bioimpedancia y la medición de pliegues cutáneos. Es una fórmula validada para utilizarla en pacientes obesos (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 436).

Ecuación de Owen

Desarrollada en 1986 en el Centro de Investigación Clínica de la Universidad de Vermont fue validada a través de pruebas con calorimetría directa principalmente en sujetos obesos, pero también en atletas entrenados. Esta fórmula estima la tasa metabólica basal (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 437).

Ecuación de Mifflin

No es recomendable usarla en deportistas, ya que para el desarrollo de esta fórmula se consideraron componentes del riesgo cardiovascular en adultos de 19 a 78 años. Para llegar a estimar la fórmula, se utilizó en la población de estudio bioimpedancia y la medición de pliegues cutáneos. Es una fórmula validada para utilizarla en pacientes obesos (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 436).

Ecuación de Harris-Benedict

Los primeros datos sobre el desarrollo de esta ecuación aparecieron en 1919; se estudiaron 136 hombres y 103 mujeres en el Laboratorio de Nutrición de Carnegie de Boston. Las fórmulas de Harris-Benedict tienen una buena correlación con los resultados obtenidos por calorimetría indirecta (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 436).

Ecuación de Cunningham

Estas fórmulas incluyen la masa muscular como un determinante en la tasa metabólica basal. En el estudio se incluyó individuos con bajo porcentaje de grasa corporal, es por esto que es una fórmula recomendada por algunos grupos de expertos para atletas (Tabla 1) (Cunningham, 1980, p. 2373).

Ecuación De Harris-Benedict

Los primeros datos sobre el desarrollo de esta ecuación aparecieron en 1919, se estudiaron 136 hombres y 103 mujeres en el Laboratorio de Nutrición de Carnegie de Boston. Las fórmulas de Harris-Benedict tienen una buena correlación con los resultados obtenidos por calorimetría indirecta (Tabla 1) (Pinheiro et al., 2011, p. 436).

Ecuación De Cunningham

Estas fórmulas incluyen la masa muscular como un determinante en la tasa metabólica basal. En el estudio se incluyó individuos con bajo porcentaje de grasa corporal, es por esto que es una fórmula recomendada por algunos grupos de expertos para atletas (Tabla 1) (Cunningham, 1980, p. 2373).

Debes considerar estas fórmulas son una aproximación al requerimiento energético del individuo, por lo cual podría haber importantes diferencias que podrían resultar en una incorrecta asignación de sustratos metabolizables.

Tabla 1: Ecuaciones predictivas de la Tasa Metabólica en Reposo (TMR) utilizadas en deportistas. Fuente: Martínez, 2013, p. 41

Fórmula predictiva	Observaciones
Owen, 1986 Hombres: $879 + (10.2 \times \text{Peso (kg)})$ Mujeres: $795 + (7.18 \times \text{Peso (kg)})$	Estima la tasa metabólica basal.
Mifflin, 1990 Hombre GEB= $(10 \times \text{Peso kg}) + (6.25 \times \text{Estatura cm}) - (5 \times \text{Edad años}) + 5$ Mujeres GEB= $(10 \times \text{Peso kg}) + (6.25 \times \text{Estatura cm}) - (5 \times \text{Edad años}) - 161$	Estima tasa metabólica basal.
Cunningham, 1980	Fórmula recomendada para deportistas de resistencia. Estima tasa metabólica basal.

Hombres: $MLG = [69.8 - 0.26 (\text{Peso kg}) - 0.12 (\text{Edad años}) \times \text{Peso kg} / 73.2]$ Mujeres: $MLG = [79.5 - 0.24 (\text{Peso kg}) - 0.15 (\text{Edad años}) \times \text{Peso kg} / 73.2]$	
Harris Benedict, 1918 TMB Hombres: $66.5 + (12.8 \times \text{peso(kg)}) + 5(\text{Talla(cm)}) - 6.8(\text{edad(años)})$ TMB Mujer: $655 + (9.6 \times \text{peso(kg)}) + 1.85(\text{Talla(cm)}) - 4.7(\text{edad(años)})$	El resultado debe ser multiplicado por un factor de actividad física, en deportes usualmente se utiliza 1.8 a 2.3, siendo 2.3 una actividad de alta intensidad.
Instituto de Medicina, 2000 Hombre: $662 - 9.53 + AF \times (15.91 \times \text{Peso(kg)} + 539.6 \times \text{talla(m)})$ Mujer: $354 - 6.91 + AF \times (9.36 \times \text{Peso(kg)} + 726 \times \text{talla(m)})$	AF es el nivel de actividad física.

Nivel de actividad física (AF)	Condición
1.0-1.39	Actividad sedentaria, no cumple las recomendaciones mínimas de actividad física.
1.4-1.59	Inactivo, tiene baja actividad física, pero igualmente realiza 30 a 60 minutos de actividad moderada.
1.6-1.89	Es activo y tiene actividad moderada por 60 minutos diarios.
1.9-2.5	Es muy activo, tiene además 60 minutos de actividad moderada, adicionalmente practica 60 minutos de actividad vigorosa o 120 minutos de actividad moderada.

Tabla 2: Factores de actividad física para estimar los requerimientos energéticos en adultos. Fuente: American Dietetic Association, 2009, p. 512.

Determinación De La Actividad Física Mediante Cuestionarios

El objetivo de un cuestionario o encuesta de actividad física es evaluar retrospectivamente la actividad física habitual, por lo tanto, depende de la capacidad de recordar del sujeto cada una de sus actividades diarias, y requiere abarcar días habituales y días de ocio del individuo. Existen pocas encuestas validadas para ser aplicadas, el Cuestionario Internacional de Actividad Física es la única excepción (IPAQ) (Peinado et al., 2014, p. 310).

Los resultados de la encuesta en general se normalizan a 24 horas/día o 1440 min/día, y el tiempo que es expresado por el individuo debe ser multiplicado por las Unidades Metabólicas (METs) recomendadas por grupos de expertos.

MET

Es la cantidad de energía necesaria para que una persona permanezca despierta. Equivale a 3.5 mL de O₂/kg/min, sentado puede llegar a ser 4 mL/kg/min y de pie 5 mL/kg/min (Peinado et al., 2014, p. 311).

Con esta definición, se podría estimar la energía que un sujeto gastaría en una determinada actividad física, sin embargo, esto no definiría el tipo de sustrato que estaría oxidando en la actividad física realizada.

Tabla 3: Equivalencias de METs de acuerdo con prácticas deportivas. Fuente: Ainsworth, 2014, pp. 505-516.

METS	Actividad	Ejemplo
4.0	Bicicleta	Utilizar la bicicleta al trabajo o por placer
8.5	Bicicleta	Ciclismo de montaña
12.0	Bicicleta	> 30 km/hr, carrera de ciclismo

3.0	Acondicionamiento físico	Bicicleta estática, 50 W
7.0	Acondicionamiento físico	Bicicleta estática, 150 W
12.5	Acondicionamiento físico	Bicicleta estática, 250 W, esfuerzo vigoroso
2.5	Acondicionamiento físico	Ejercicios básicos de estiramiento
8.0	Acondicionamiento físico	Entrenamiento de circuito
6.0	Acondicionamiento físico	Levantamiento de pesas
8.5	Bailar	Step aeróbico, con 15 - 20 cm de alto
10.0	Bailar	Step aeróbico, con 25 - 30 cm de alto
4.5	Bailar	Música folclórica, polka
4.5	Golf	Caminar y cargar la instrumentación
4.3	Golf	Caminar y tirar los palos
12.5	Patínaje	
5.0	Tenis	
8.0	Voleibol	

7.0	Remo	Ergómetro Estacionario
3.5	Remo	50W esfuerzo leve
7.0	Remo	100W esfuerzo moderado
8.5	Remo	150W esfuerzo vigoroso
12.0	Remo	200W esfuerzo muy vigoroso
2.5	Estiramiento yoga	
6.5	Práctica aeróbica general	
5.0	Práctica aeróbica de bajo impacto	
7.0	Práctica aeróbica de alto impacto	
3.0	Pesca en general	

Tabla 3: Equivalencias de METs de acuerdo con prácticas deportivas. Fuente: Ainsworth, 2014, pp. 505-516.

Caso basado en problema

Por ejemplo, para determinar el gasto energético por actividad en un sujeto que pesa 80 kg y considerando que un MET equivale a 3.5 mL de O₂/kg/min, entonces $80 \times 3.5 = 280$ mL/min es lo que consume de O₂ el sujeto de manera basal, que es igual a 0.280 L/min. Con esta información, podemos calcular el gasto energético basal del individuo: sabiendo que cada litro de O₂ equivale aproximadamente a 5 kcal/L de O₂, si multiplicamos $0.280 \times 5 = 1.4$ kcal/min sería el gasto energético basal del sujeto, por lo tanto, si practica ciclismo de montaña (Tabla 3) con un MET de 8.5, su gasto energético para esta actividad sería: $1.4 \times 8.5 = 11.9$ kcal/min, si lo practica una hora $11.9 \times 60 = 714$ kcal.

De esta forma se podría llegar a calcular el gasto energético diario total. Para ello, se debe conocer cada una de las actividades que realiza el individuo, como en el caso de ejemplo cuya aproximación al requerimiento energético sería $1.4 \text{ kcal/min} \times 1440 \text{ min/día} = 2016$ kcal/día.

Con las múltiples técnicas existentes para el cálculo de requerimiento energético comienza la problemática de cómo decidir cuál es el método óptimo para su cálculo cuando no hay disponibilidad de realizar calorimetría indirecta.

Los requerimientos energéticos asociados al ejercicio y las ecuaciones predictivas y determinación mediante cuestionarios.

Caso Basado En Problema

Existe la necesidad de realizar una intervención nutricional a un equipo de fútbol categoría profesional, constituido por jóvenes entre 17 a 19 años. El objetivo de la intervención es mejorar el rendimiento tanto en los entrenamientos como en la competición. En el fútbol profesional es imposible trabajar con recomendaciones generales, ya que el gasto energético va a estar determinado por múltiples factores, dejando de lado las características individuales de cada deportista. Las distancias recorridas y las velocidades utilizadas, modalidades específicas de movimiento, interposición de esfuerzos isométricos entre los desplazamientos y la posibilidad de alcanzar un mismo rendimiento solicitando vías energéticas distintas, determinarán las necesidades energéticas y de macronutrientes de cada individuo. Pero además de estos factores, se debe considerar la función del puesto que ocupen en el terreno de juego y las tareas específicas asignadas por el entrenador (Herrera y Castañeda, 2014, p. 50). Reilly et al. (1997), determinó que los jugadores centrocampistas tienen un gasto energético más elevado que el resto de los jugadores, lo que lleva a un rápido agotamiento de las reservas de glucógeno muscular en los miembros inferiores (Herrera y Castañeda, 2014, p. 51).

Con el fin de responder a esta intervención nutricional, es necesario determinar entonces qué metodología se utilizará. Para ello, existe la siguiente información sobre la estimación de requerimientos energéticos con ecuaciones predictivas comparada con la calorimetría indirecta, determinadas en un equipo de fútbol profesional:

Método	Promedio $\pm$ DS
Calorimetría indirecta	1523 $\pm$ 51.6
Ecuación de Owen	1564 $\pm$ 89.8
Ecuación de Mifflin	1670 $\pm$ 122.6
Ecuación de Harris-Benedict	1735 $\pm$ 144.4
Ecuación de Cunningham	1848 $\pm$ 56.8

Tabla 4: Promedios y DS de requerimiento energético obtenido de ecuaciones predictivas y calorimetría indirecta en jugadores de fútbol. Fuente: elaboración propia en base a Herrera y Castañeda (2014, p. 69).

Calorimetría indirecta vs ecuaciones predictivas	p*
CI vs Owen	0.44
CI vs Mifflin	0.01

CI vs Harris Benedict	<0.05
CI vs Cunningham	<0.05

CI: Calorimetría indirecta / *: Determinado mediante t de student.

Tabla 5: Análisis estadístico de requerimiento energético obtenido por calorimetría indirecta vs ecuaciones predictivas de jugadores de fútbol. Fuente: elaboración propia en base a Herrera yCastañeda (2014, p. 70).

De acuerdo con estos antecedentes, se puede observar que existen diferencias en las estimaciones obtenidas a través de la calorimetría indirecta y las distintas ecuaciones predictivas, siendo la ecuación de Owen la que mostró un resultado igual a la calorimetría indirecta ($p=0.44$); por su parte, los resultados con Mifflin, Harris-Benedict y Cunningham fueron significativamente distintos a la calorimetría, considerando que esta técnica es el patrón de oro para la determinación del gasto energético total de los individuos.

Basándose en estos resultados obtenidos de una población similar a la que se necesita intervenir, debiera escogerse como método de estimación de los requerimientos energéticos de los individuos la ecuación de Owen.

Los antecedentes y las posiciones en que juega cada individuo son los siguientes:

Posición	N°	Peso Promedio $\pm$ DS (kg)	Talla Promedio $\pm$ DS
Delantero*	12	81.2 $\pm$ 4.1	1.72 $\pm$ 0.07
Lateral*	4	78.1 $\pm$ 2.2	1.71 $\pm$ 0.03
Contención*	2	80.9 $\pm$ 3.4	1.69 $\pm$ 0.03

Medio*	4	81.7 $\pm$ 6.6	1.70 $\pm$ 0.09
Portero	2	79.6 $\pm$ 6.5	1.79 $\pm$ 0.08
Volante	6	80.7 $\pm$ 3.3	1.71 $\pm$ 0.05
Defensa	6	81.7 $\pm$ 3.5	1.72 $\pm$ 0.08
Externo	7	78.8 $\pm$ 4.1	1.70 $\pm$ 0.04

* Son jugadores mediocampistas

Tabla 6: Promedios y DS de peso y talla y posiciones en el campo de juego de jugadores de fútbol profesional a intervenir. Fuente: elaboración propia en base a Herrera yCastañeda (2014, p. 69). Fuente: elaboración propia en base a Herrera yCastañeda (2014, p. 69).

Posición	Nº	Requerimiento energético promedio de acuerdo con ecuación de Owen (Kcal/día)	Intervalo de requerimiento energético de acuerdo con ecuación de Owen (kcal/día)
Delantero*	12	1702	1665 - 1749
Lateral*	4	1676	1653 - 1698
Contención*	2	1704	1772 - 1841

Medio*	4	1712	1645 - 1780
Portero	2	1691	1625 - 1757
Volante	6	1702	1668 - 1736
Defensa	6	1712	1677 - 1748
Externo	7	1683	1641 - 1725

Tabla 7: Requerimientos energéticos de los jugadores de acuerdo con ecuación de Owen. Fuente: elaboración propia en base a Herrera y Castañeda (2014).

Como se puede observar en las estimaciones del requerimiento mediante la ecuación de Owen, los resultados son similares entre jugadores. Una de las razones es que el grupo evaluado es homogéneo en edad y en sexo, lo mismo ocurre con su estado nutricional. Sin embargo, las posiciones de juego podrían jugar un rol importante, pues, como se ha documentado previamente, los individuos que juegan en medio campo tienen un gasto energético mayor durante la competición.

El resultado con la ecuación de Owen es el gasto energético en reposo, que contempla el efecto térmico de los alimentos. El estudio llevado a cabo por Herrera (2014) mostró que el requerimiento energético determinado en jugadores de fútbol, a través de la ecuación y por calorimetría indirecta, no tenía diferencias significativas; eso puede llevar a concluir que nuestra intervención puede ser cercana al gasto energético real de los individuos, sin embargo, no debemos olvidar que los requerimientos energéticos de un sujetos tienen variables que no están consideradas en esta ecuación, como el tipo de fibra muscular o variables genéticas. Además, dentro de la misma actividad física existen distintas intensidades de movimiento que provocan diferencias en las necesidades de un grupo, a pesar de ser muy homogéneo.

Por esto es necesario un análisis más acabado sobre una intervención nutricional en un deporte constituido por un equipo con distintos tipos de actividad y, por lo tanto, diferentes gastos energéticos. Es de gran importancia determinar cuáles son los nutrientes oxidables en los distintos tipos de actividad y para ello es indispensable conocer el cociente respiratorio de los sujetos involucrados en las distintas posiciones en el campo de juego, así como conocer la potencia de los movimientos para deducir el tipo de fibra que está siendo utilizada, por lo que se tendría que recomendar una espirometría y quizás determinar los tipos de aceleraciones y desaceleraciones mediante acelerometría.

RESUMEN

Un eje de debate en nutrición deportiva es la determinación del gasto energético en el deportista, esto porque existen distintas técnicas de evaluación de mayor o menor complejidad y de distintos costos. Existe un consenso en varios grupos de expertos en que el patrón de oro para la determinación del gasto energético es la calorimetría indirecta y el agua doblemente marcada, pero también está en discusión la disponibilidad de recursos para su aplicación. La calorimetría indirecta necesita de personal capacitado para su aplicación y de equipos costosos; sin embargo, esta técnica no solo entrega información sobre el gasto energético, sino que también puede llegar a determinar el cociente respiratorio, pudiendo especificar el tipo de sustrato que está siendo oxidado, y evaluar el umbral aeróbico y anaeróbico durante una actividad. Existen otras técnicas como la bioimpedancia, que se basa en la conductividad eléctrica del organismo y se centra en el contenido de agua corporal, por lo tanto, tiene limitaciones en su uso. Por último, la acelerometría es una técnica que ha demostrado una buena correlación con respecto al agua doblemente marcada, que puede determinar la intensidad de un ejercicio y también conocer el gasto energético.

Cuando no hay disponibilidad de equipos para medir el gasto energético se pueden estimar las necesidades energéticas mediante ecuaciones predictivas, para ello se han desarrollado varios modelos siempre basados en población sana y no necesariamente en personas activas.

El requerimiento energético en un deportista, por lo tanto, debe ser visto integralmente, considerando la composición corporal del sujeto, el tipo de deporte que practica, el tiempo y la intensidad del entrenamiento y, por último, utilizar la herramienta correcta para su determinación, ya que de ello dependerá la prescripción de macronutrientes. Todo esto para lograr los objetivos que se propone el área de nutrición deportiva, que son mantener el

estado nutricional del sujeto y lograr un buen rendimiento durante el entrenamiento y la competición.

Bibliografía

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J. & Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(9; SUPP/1), S498-S504.

Cunningham, J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr.* 33 (11), 2372-2374. doi: 10.1093/ajcn/33.11.2372. PMID: 7435418.

Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.*, 31(10), 725-41. doi: 10.2165/00007256-200131100-00003.

Hargreaves, M. y Spriet, L. (2018). Exercise Metabolism: Fuels for the Fire. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 8, 8 (a029744). doi: 10.1101/cshperspect. a029744. PMID: 28533314; PMCID: PMC6071548. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6071548/>

Haugen, H., Chan, L. y Li, F. (2007). Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract.* 22(4), 377-388. doi: 10.1177/0115426507022004377. PMID: 17644692. <https://aspenjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1177/0115426507022004377>

Herrera, C. A., & Castañeda, J. (2014, December 15). Comparación de ecuaciones de predicción del gasto energético en reposo con calorimetría indirecta en futbolistas del F.C. Atlas S. A. de C. V.

PubliCE; G-SE. [https://g-se.com/comparacion-de-ecuaciones-de-prediccion-del-gasto-energetico-en-reposo-con-calorimetria-indirecta-en-futbolistas-del-f-c-atlas-s-a-de-c-v-1745saL57cfb27247286#:~:text=Ecuaci%C3%B3n%20de%20Cunningham%20\(1980\).,la%20composici%C3%B3n%20corporal%20](https://g-se.com/comparacion-de-ecuaciones-de-prediccion-del-gasto-energetico-en-reposo-con-calorimetria-indirecta-en-futbolistas-del-f-c-atlas-s-a-de-c-v-1745saL57cfb27247286#:~:text=Ecuaci%C3%B3n%20de%20Cunningham%20(1980).,la%20composici%C3%B3n%20corporal%20)

Katch, F., McArdle, W. y Katch, V. (2015) Fisiología del ejercicio: nutrición, rendimiento y salud. Wolters Kluwer Health.

Martínez, J., Urdampilleta, A. y Mielgo, J. Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte (2013). *Eur J Human Mov.* 30, (37-52) www.redalyc.org/articulo.oa?id=274228060004

Peinado, P. J. B., Coral, C. B. S., Carmen, G. C., & Carlos, I. R. (2014). Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte. Editorial UNED.

Peniche, C. (2011). Nutrición aplicada al deporte. McGraw-Hill Interamericana.

Pinheiro Volp, A. C., de Oliveira, F. C., Duarte Moreira Alves, R., Esteves, E. A., & Bressan, J. (2011). Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutrición hospitalaria*, 26(3).

Rodríguez, N. R., DiMarco, N. M., & Langley, S. (2009). Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance.

Journal of the American Dietetic Association, 109(3), 509-527.