

Necesidades dietético-nutricionales en la práctica profesional del tenis: una revisión

Diet and nutrition needs in professional tennis: a review

Tavío, Pablo; Domínguez, Raúl

Departamento de Actividad Física y Deporte, Universidad Alfonso X El Sabio.

Recibido: 24/junio/2014. Aceptado: 14/julio/2014.

RESUMEN

Un adecuado abordaje dietético-nutricional en el deporte asegura el rendimiento óptimo, así como el estado de salud del deportista. Las necesidades nutricionales son específicas de cada deporte, lo que requiere unas pautas específicas para cada modalidad deportiva. Todo abordaje dietético-nutricional en el deporte debe fundamentarse en la determinación de aquellos factores que disminuyen el rendimiento deportivo para, posteriormente, fijar una serie de objetivos en base a dichos factores y, por último, establecer las estrategias más adecuadas para conseguir cada uno de los objetivos propuestos. En el tenis se han identificado a la depleción de sustratos energéticos, la disminución del pH, la deshidratación, hipertermia o la denominada *fatiga central*, como factores que hacen disminuir el rendimiento del tenista. En base a dichos factores, se han establecido una serie de objetivos y de estrategias dietético-nutricionales que tienen en cuenta los requerimientos en macronutrientes y la temporalización de la ingesta, así como la posología de aquellos suplementos deportivos que pueden tener un efecto ergogénico en el tenis.

Correspondencia:

Raúl Domínguez Herrera
rdomiher@uax.es

PALABRAS CLAVE

Ayudas ergogénicas, deportes de raqueta, nutrición, rendimiento deportivo, tenis.

ABSTRACT

An appropriate nutrition can optimize sports performance and health status of the athlete. Nutritional needs are specific to each sport, which requires specific guidelines for each sport mode. All dietary and nutritional approach in sport should be based on the identification of factors which decrease sports performance. Based on these factors, we identify the nutritional targets. Finally, we establish the most appropriate strategies for each of the objectives. In tennis we have identified the depletion of energy substrates, decreased pH, dehydration, hyperthermia or central fatigue as factors that decrease the performance. Based on these factors, we have established a series of nutritional goals and nutritional strategies that take into account the requirements and macronutrient intake timing and dosage of those sports supplements that can have an ergogenic effect on tennis.

KEYWORDS

Ergogenics aids, racket sports, nutrition, sport performance, tennis.

INTRODUCCIÓN

La nutrición cobra una enorme importancia a la hora de asegurar un óptimo rendimiento y estado de salud en el deportista¹, previniendo la aparición de lesiones y favoreciendo la recuperación de las mismas². Los alimentos serán los encargados de proveer al deportista los micronutrientes y los sustratos energéticos necesarios para poder llevar a cabo la actividad deportiva³. El Colegio Americano de Medicina del Deporte⁴ afirma que una adecuada selección de nutrientes y suplementos que considere el momento de la ingesta se asociará con el estado de salud y del rendimiento en el deportista.

Maughan⁵ establece que los pilares sobre los que debe asentarse una intervención dietético-nutricional en el deporte son:

- Identificación de los factores limitantes del rendimiento del deporte.
- Establecimiento de objetivos nutricionales que tengan en cuenta dichos factores limitantes.
- Establecimiento de estrategias encaminadas a lograr los objetivos establecidos.

Debido a que las pautas de carácter dietético serán específicas de cada modalidad deportiva, el objetivo del presente trabajo de revisión bibliográfica ha sido el de establecer aquellos factores limitantes de un deporte específico, como es el tenis, en base al estudio de los factores limitantes del rendimiento y de los objetivos específicos que requiere dicha modalidad deportiva.

MÉTODOS

El presente estudio de revisión bibliográfica se ha elaborado a partir de una búsqueda de trabajos publicados en español o inglés en las bases de datos Dialnet, Elsevier, Medline, Sport Discus, Pubmed, Web of Knowledge y Web of Science. Los términos incluidos en el proceso de búsqueda estaban incluidos en el Theasaurus Medical Subject Headings (MeSH) desarrollado por la U.S. National Library of Medicine. Las palabras clave utilizadas incluían los términos *tennis* y *nutrition*, *sport nutrition*, *ergogenic aids* o *supplementation*.

RESULTADOS

Contextualización fisiológica y factores limitantes del rendimiento

El tenis es un deporte de raqueta que se suele practicar en superficies como hierba, tierra batida, cemento

o material sintético, siendo practicado con fines tanto de rendimiento como recreativo. Los partidos, divididos en sets, suelen decidirse al mejor de 3, a excepción de algunas finales o campeonatos, como los del *Grand Slams*, donde el ganador se proclama sobre 5 sets. La duración media de un partido son 90 minutos¹, aunque, excepcionalmente se pueden prolongar hasta las 5 horas⁶. La duración media de los puntos se estima entre 7 y 10 segundos⁷, con unos períodos de recuperación de 10 a 16 segundos entre puntos y de 60 a 90 cuando se cambia de lado de la pista. Por tanto, el tiempo real de juego en un partido se estima entre un 17-28% del total del partido⁸.

El carácter intermitente del juego hace que en el tenis tenga gran importancia el metabolismo anaeróbico, tanto el anaeróbico aláctico (en el que se utiliza la fosfocreatina como fuente de energía)⁷, así como el anaeróbico láctico (utilización de los hidratos de carbono a través de vías anaeróbicas)⁹. En cuanto a capacidades físicas se refiere la clave principal reside en la capacidad de mantener grandes niveles de fuerza y potencia muscular durante largos períodos de tiempo⁶, en combinación con altos niveles de coordinación¹⁰, velocidad, agilidad y una rápida toma de decisión en condiciones de fatiga y estrés mental¹¹. La duración de la prueba hará que, obligatoriamente, en el tenis el componente de resistencia aeróbica⁹ y los procesos de obtención de energía a través de la oxidación de los hidratos de carbono y, en menor medida de las grasas, también tengan gran importancia, especialmente a medida que avanzan los partidos.

Teniendo en cuenta las demandas fisiológicas del tenis y entendiendo la fatiga como una respuesta del organismo ante períodos de ejercicio prolongados y/o de alta intensidad que se manifiestan en una bajada pronunciada del rendimiento que tienen su origen en la incapacidad de producir fuerza o de mantener el control motor⁶, los principales factores limitantes del rendimiento en tenis se reflejan en la tabla 1. Como puede apreciarse, la mayoría de factores limitantes del rendimiento en el tenis y sus efectos fisiológicos se asocian con alteraciones en la homeostasis, tanto a nivel de termorregulación, de equilibrio ácido-base y de sustratos energéticos que van teniendo lugar a medida que aumenta la duración del esfuerzo. Por ello, la mayor parte los objetivos dietético-nutricionales que nos marquemos deberán ir encaminados en retrasar la instauración de estos factores que afectarán al rendimiento en el tenis.

Tabla 1: Factores limitantes del rendimiento en el tenis y su efecto fisiológico.

Factor limitante	Efecto fisiológico
Depleción de las reservas de glucógeno	Las limitadas reservas de glucógeno muscular y hepático pueden deplecionarse en partidos de alta exigencia o entrenamientos de gran volumen ¹² . Dicha situación afecta el rendimiento por incapacidad de obtención de energía a través de la glucólisis, tanto aeróbica como anaeróbica ¹³ .
Hipoglucemia	La disminución de la glucemia (que puede acompañar a la depleción de glucógeno) disminuye el rendimiento físico y mental, acompañándose de procesos catabólicos ¹⁴ .
Disminución del pH	La disminución del pH que acompaña a la acumulación de iones H ⁺ durante el ejercicio disminuye la glucólisis, afectando a la fosfofructoquinasa y disminuyendo la obtención de energía a través del sistema de los fosfágenos, a la contracción muscular, por dificultad en la recaptación de calcio en el retículo sarcoplasmático ¹⁵ , y aumenta la percepción subjetiva del esfuerzo ¹⁶ .
Fatiga central	La utilización de los aminoácidos de cadena ramificada como sustrato energético hace que las concentraciones de triptófano libre aumenten ¹⁷ . Una vez el triptófano libre cruza la barrera hematoencefálica, se convertirá en precursor de serotonina, que a su vez aumentará la percepción del esfuerzo y la fatiga, en lo que se ha denominado <i>fatiga central</i> ¹⁸ .
Deshidratación	La pérdida de líquido corporal disminuye la capacidad termorreguladora del organismo ¹⁹ , el gasto cardíaco (aumentando la frecuencia cardíaca) ²⁰ , incrementa la glucólisis anaeróbica ²¹ y la aparición de calambres ²² .
Hipertermia	La hipertermia se correlaciona con la duración de los partidos ²³ , además de con el grado de deshidratación ²⁰ . Dado que temperaturas superiores a 40 °C pueden tener consecuencias vitales, antes de alcanzar dicha temperatura, el sistema nervioso envía órdenes para el cese de la actividad ²⁴ .

Necesidades energéticas

Uno de los grandes objetivos del tenista es el mantenimiento de un peso corporal estable a lo largo de toda la temporada, lo que puede suponer todo un reto y es que el gasto energético (estimado en 649 kcal \pm 105 por hora de partido o entrenamiento de alta intensidad) puede variar enormemente en función de cómo se vayan sucediendo las distintas fases de entrenamiento o la resolución de partidos a lo largo de un torneo²¹. En cualquier caso, a pesar de dichas variaciones, existen una serie de objetivos a nivel de cantidad de macronutrientes y de *timing* o momento de su ingesta que reforzará el estado de salud y del rendimiento del tenista (véase tabla 2), siempre que alcance cubrir los requerimientos diarios de vitaminas y minerales^{4,6}.

Hidratos de carbono

La ingesta de hidratos de carbono en el deportista tiene por objetivo la reposición de las reservas de glucógeno entre esfuerzos, así como el mantenimiento de la función inmune y la prevención del sobreentrenamiento.

Se ha comprobado que la disminución de las reservas de glucógeno, además de disminuir la capacidad de resistencia²⁵, incrementa los niveles de hormonas catabólicas, como el cortisol, y citocinas inflamatorias²⁶. Los requerimientos de hidratos de carbono en tenistas se ha cuantificado en 6-10 g/kg/día en función de la intensidad y duración de los partidos o entrenamientos, así como el tiempo de recuperación entre esfuerzos²¹. Como se aprecia en la tabla 2, la ingesta de carbohidratos deberá ajustarse en base al esfuerzo, existiendo unas recomendaciones de hidratos de carbono antes del ejercicio, durante el ejercicio y después del ejercicio.

Hidratos de carbono antes del ejercicio:

Antes del ejercicio, si ha existido un tiempo suficiente entre dos esfuerzos consecutivos, se debe aportar los requerimientos de hidratos de carbono. La última ingesta se recomienda que sea rica en hidratos de carbono de bajo índice glucémico, debido a que este tipo de carbohidrato mantiene la glucemia más estable durante el esfuerzo²⁷. Además, en cuanto al *timing*, se re-

Tabla 2: Objetivos y recomendaciones de principios inmediatos y agua en el tenista.

Principio inmediato	Objetivo	Recomendación
Hidratos de carbono (HC)	Reponer los niveles de glucógeno y prevenir el sobreentrenamiento ²⁵ . Evitar un entorno catabólico y proinflamatorio ²⁶ .	Ingesta de 6-10 g/kg/día (en función de la intensidad y duración y del período de recuperación entre esfuerzos ²¹ . Antes del ejercicio: última ingesta rica en HC de bajo índice glucémico y con 2 horas de antelación. Durante el ejercicio: 90 g/h (60 g de glucosa + 30 g de fructosa) ³³ . Después del ejercicio: 1 g/kg de HC de alto índice glucémico en la hora posterior ⁶ junto a proteína (relación 3-4:1) ³⁵ .
Proteína	Aportar los requerimientos de aminoácidos para un correcto funcionamiento del sistema inmune, de la masa muscular y de todos los procesos adaptativos.	Ingesta de 1,8 g/kg/día de proteína de alta calidad biológica ⁴¹ . Ingesta en el postejercicio, junto a HC, de un mínimo de 6 g de aminoácidos esenciales o 20 g de proteína de alta calidad ⁴³ .
Lípidos	Aporte de los requerimientos de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles ⁴⁵ . Aportar la cantidad necesaria para reponer los triglicéridos intramusculares ⁴⁶ . Darle palatabilidad a la dieta (efectos organolépticos).	Ingesta entre el 20-35% de la ingesta energética Favorecer el consumo de ácidos grasos poliinsaturados vs saturados ⁴⁷ . Incrementar el consumo de ácidos grasos monoinsaturados ⁴⁸ .
Agua	Evitar estados de deshidratación (pérdidas >1,5% del peso corporal).	Antes del ejercicio: 5-7 ml/kg durante las 4 horas previas + 3-5 ml/kg si no se orina o ésta es de color oscura ²² . Durante el ejercicio: 250 ml cada 15 minutos ¹⁴ de bebida con HC y a 15-21 °C ²² . Después del ejercicio: ingerir una cantidad de un 150% las pérdidas que han tenido lugar durante el esfuerzo ²² .

comienda que dicha ingesta se realice con un mínimo de 2 horas de antelación²⁷. La peor opción en cuanto a la ingesta de este tipo de macronutriente previa al ejercicio sería una en base a alimentos de alto índice glucémico en los 45 minutos previos al esfuerzo, debido a que la estimulación de ese tipo de carbohidratos sobre la insulina puede ocasionar una *hipoglucemia reactiva*¹² que se ha cuantificado que disminuye hasta en un 5,4% la capacidad de resistencia²⁸.

Hidratos de carbono durante el ejercicio:

La ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio favorece la oxidación de glucógeno en el músculo, manteniendo estable la glucemia y preservando durante un mayor tiempo las reservas de glucógeno²⁹. En un partido de simulación de tenis se comprobó que la ingesta de hidratos de carbono (0,5 g/kg/hora) atenuó significativamente la respuesta del cortisol y tendió a

mantener estable la glucemia y a disminuir la percepción subjetiva del esfuerzo³⁰. Además, de dichos resultados, también se ha observado una menor caída en el rendimiento al finalizar un partido en un test de salto³¹ o distintos test de sprint y desplazamientos³¹; así como un menor porcentaje de servicios fallados en la fase final de un partido de simulación³².

A pesar de las recomendaciones clásicas de 60 g/h de hidratos de carbono durante el ejercicio²², recientemente, Jeukendrup³³ ha propuesto que la tasa de absorción de hidratos de carbono podría ser de hasta 90 g/h si se da una relación 2:1 entre glucosa y fructosa. Jeukendrup³³ mantiene que los procesos de absorción de la glucosa -con una tasa de absorción de 60 g/h- son distintos a los de la fructosa -donde la tasa de absorción es de 30 g/h- y que no interfieren unos en otros, lo que origina estas nuevas recomendaciones de ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio.

Hidratos de carbono después del ejercicio:

Durante los 30-60 minutos posteriores al ejercicio existe un fase rápida en la capacidad de síntesis de glucógeno gracias a una translocación de los transportadores GLUT4, glucógeno sintetasa y mayor permeabilidad en el miocito a la glucosa²⁵. Se ha propuesto que para aprovechar esta situación fisiológica se debe aportar 1 g/kg de hidratos de carbono de alto índice glucémico en la hora posterior al ejercicio⁶ y que el efecto sería mayor si se realiza una coingesta junto a proteínas³⁴. De este modo, a la recomendación de 1 g/kg de hidrato de carbono de alto índice glucémico habrá que añadirle una cantidad de proteína de 1 g de proteína por cada 3-4 gramos de hidratos de carbono³⁵.

Proteínas

Más que requerimientos de proteínas, el organismo tiene requerimientos de aminoácidos³⁶. Las proteínas están conformadas por aminoácidos que se clasifican en esenciales (el organismo no tiene capacidad de sintetizarlas o de hacerlo en la cantidad suficiente) o no esenciales. La calidad de una determinada fuente proteica vendrá marcada por la capacidad de ésta de proveer los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos para el crecimiento, mantenimiento y reparación, siendo los dos factores determinantes el denominado valor biológico y el coeficiente de digestibilidad de la proteína³⁷. Un aspecto, también muy importante es que la absorción de una fuente proteica viene determinado siempre por el aminoácido limitante. Esto nos lleva a la necesidad de realizar combinaciones de fuentes proteicas pobres en un determinado aminoácido con otras ricas en dicho aminoácido, en lo que se conoce como *complementación proteica* y que busca siempre aportar una proteína que se parezca a las necesidades reales del organismo⁵.

En el caso del tenista los requerimientos pueden ser mayores que en la población deportista, tanto por un mayor porcentaje de masa magra en relación a la masa corporal que en la población sedentaria, así como por su posible contribución al metabolismo energético. En cuanto a la utilización de los aminoácidos con fines energéticos, éstos dependerán de los niveles de glucógeno, siendo únicamente utilizados con dicha finalidad cuando se incrementan los niveles de cortisol y disminuyen las reservas de glucógeno³⁸. Además, como adaptación, el deportista aumenta la actividad de la enzima oxoácido deshidrogenasa de cadena ramificada

con el fin de limitar la utilización de los aminoácidos como sustratos energéticos³⁹. Además, como adaptación al entrenamiento, el deportista consigue adaptaciones que le hacen ser más eficientes en la absorción y utilización de la proteína⁴⁰.

En deportes intermitentes de alta intensidad, como es el caso del tenis, los requerimientos de proteínas se sitúan en 1,8 g/kg/día⁴¹. Ranchordas y col.²¹ aseguran que esa cantidad de proteína será la recomendada, pero siempre que se trate de una proteína de alta calidad y que se tenga en cuenta el *timing* de la misma. Se ha llegado a proponer que las estrategias dietéticas de ingesta de proteína en relación al entrenamiento tienen más importancia que la ingesta total de proteína⁴², debido a la mayor capacidad de retención de nitrógeno que existe después de la realización de ejercicio con respecto a otros momentos del día⁴². Así, después del ejercicio se debería de aportar un mínimo de 6 g de aminoácidos esenciales, lo que equivale a 20 g de proteína de alto valor biológico⁴³. De este modo, la coingesta de carbohidratos postejercicio y de proteína de alto valor biológico, además de estimular la síntesis de glucógeno³⁴, favorecerá la recuperación y el mantenimiento de la masa magra⁴⁴.

Lípidos

Actualmente no existen requerimientos específicos de lípidos para el deportista. A pesar de que en ocasiones este tipo de macronutriente se ha intentado reducir al máximo de la dieta del deportista en detrimento de los hidratos de carbono y por la mayor densidad energética, debemos de considerar la importancia de una ingesta adecuada de lípidos en el deportista. De este modo, debemos considerar que una ingesta deficitaria en ácidos grasos seguramente no pueda aportar los requerimientos de vitaminas liposolubles⁴⁵.

Además de la importancia indirecta de la ingesta de ácidos grasos por el aporte de vitaminas liposolubles, debemos de considerar que tanto los ácidos grasos omega-3 como omega-6 son considerados ácidos grasos esenciales, que ayudan en la formación de estructuras corporales, y son fundamentales para asegurar un correcto estado del sistema inmunológico. Además, otras funciones más específicas pueden ser las relacionadas con el metabolismo energético, donde los triglicéridos intramusculares podrían ser una fuente importante de energía durante ejercicios de larga duración⁴⁶, como pudiera ser los períodos de recuperación en el te-

nis. Tampoco debemos olvidar otros aspectos como el efecto saciante de la grasa y de los efectos organolépticos de la grasa, relacionados con la textura y sabor de alimentos, que podrá favorecer la ingesta energética en períodos en los que las demandas energéticas se hallen incrementadas.

Por tanto, en función del gasto energético y de las demandas en hidratos de carbono y proteínas, en el deportista aportaremos entre un 20-35% de la calorías en forma de ácidos grasos. En cuanto al tipo de ácido grasos intentaremos favorecer el aporte de ácidos grasos esenciales en detrimento de los saturados⁴⁷, así como en los momentos de mayores requerimientos intentar que dicho aumento sea a base de ácidos grasos monoinsaturados⁴⁸.

Necesidades hídricas

El agua es un componente fundamental para el organismo, ya que, el cuerpo se encuentra constituido entre un 50-70% de agua. En el caso concreto del tenista, el mantenimiento de un adecuado estado de hidratación será fundamental, ya que como vimos en la tabla 1, la deshidratación es uno de los principales factores limitantes del rendimiento en el tenis¹⁴. Además, las altas temperaturas y la elevada humedad que tiene lugar durante la disputa de mucho de los torneos más importantes hace que, en ocasiones, el mantenimiento de un adecuado estado de hidratación sea todo un reto para el tenista¹⁴.

Durante la práctica deportiva, la deshidratación nunca puede provocar disminuciones superiores al 1,5-2% de la masa corporal²². Si consideramos que la sensación de sed no es un buen indicador del estado de hidratación durante el ejercicio, especialmente en condiciones de calor¹³ y a que en tenistas, las elevadas tasas de sudoración hacen que puedan producirse disminuciones de la masa corporal entre un 2,3 y 2,7% a la hora⁴⁹, nos lleva a implantar un plan de hidratación durante el entrenamiento y la competición.

Se ha propuesto que el tenista debe de beber 250 ml de agua a la hora¹⁴. Además, al inicio del ejercicio debería de partir de un correcto estado de euhydratación, para lo que el Colegio Americano de Medicina del Deporte²² propone una ingesta de 5-7 ml de líquido por kg de masa corporal durante las 4 horas previas al ejercicio, que se complementarían con otros 3-5 ml/kg adicionales en caso de que durante dicho período de tiempo no se orine o el color de la orina sea de color

oscura²². Una temperatura de la bebida entre los 15 y 21 °C estimulará la sed, al igual que si ésta lleva hidratos de carbono²². En ese caso, debemos de recordar que la tasa máxima de absorción de hidratos de carbono, contabilizando tanto los hidratos aportados en forma sólida como líquida, es de 90 g/hora (60 g de glucosa + 30 g de fructosa)³³. Una vez finalizado el esfuerzo y con objeto de normalizar un estado de euhydratación a la menor brevedad posible, se debe de ingerir una cantidad de líquido que suponga un 150% las pérdidas ocasionadas durante el ejercicio²².

Suplementación deportiva

En el caso del deportista se ha propuesto que la suplementación deportiva, entendida como un apoyo adicional a la nutrición normal, es efectiva para mejorar la capacidad de recuperación y de entrenamiento del deportista¹. Además, debemos de considerar que determinados suplementos nutricionales pueden mejorar el rendimiento deportivo⁴, denominándose *ayudas ergogénicas nutricionales*⁶. La tabla 3 resume las principales ayudas ergogénicas de posible utilización en el tenis y su posología.

Cafeína

La cafeína es un alcaloide de la familia de las xantinas metiladas, antagoniza del receptor de la adenosina, que se encuentra en muchos de los alimentos de la dieta típica occidental como el té, café o cacao. El principal efecto por el que la cafeína mejora el rendimiento es por sus efectos sobre la estimulación del sistema nervioso central por antagonismo de la adenosina⁵⁰, aunque podrían unirse otros efectos como la mejora de la función muscular o una posible mejora termorreguladora⁵¹. Se ha propuesto que la cafeína mejora el rendimiento en prácticamente todas las modalidades deportivas, ya sean de corta duración o potencia, de media o larga duración o intermitentes⁵⁰, especialmente en deportistas entrenados⁵². De hecho, debemos de recordar que entre 1980 y 2003, el Comité Olímpico Internacional (COI) incluyó la cafeína dentro de la lista de sustancias dopantes, a partir de ciertos límites en la excreción urinaria.

Existe controversia en cuanto a una posible mejora de la actividad lipolítica por mediación de la suplementación con cafeína⁵¹, sin embargo, los estudios que han comprobado el efecto sobre el rendimiento en tenis de esta ayuda no han obtenido mejoras en el metabolismo

Tabla 3: Principales ayudas ergogénicas de posible utilización en el tenis, el efecto que se persigue con ellas y la posología apropiada.

Ayuda Ergogénica	Efecto	Posología
Cafeína	Estimular al sistema nervioso central por antagonismo de la adenosina disminuyendo la percepción del esfuerzo ⁵⁰ . Mejora de la función muscular y termorreguladora ⁵¹ .	3-6 mg/kg en los 60 minutos previos al ejercicio.
Creatina	Aumentar la capacidad de resíntesis de ATP mediante la fosofocreatina ⁵² . Estabilizar la membrana celular y disminuir el daño muscular ⁵³ .	3 g al día durante un período mínimo de un mes.
Bicarbonato sódico	Regular el equilibrio ácido-base, mediante el tamponamiento H ⁺ a nivel extracelular ¹⁵ . Disminuir la percepción del esfuerzo ⁵⁸ .	0,3 g/kg junto a 1-2 litros de agua en las 2 horas previas al comienzo del ejercicio.
Beta alanina	Aumento de los niveles de carnosina ⁶⁰ , el mayor regulador del equilibrio ácido-base a nivel intracelular ⁶¹ . Mejora de la contracción muscular ⁶⁰ .	4,8-6,4 g al día divididos en varias tomas diarias.
HMB	Mantener un balance nitrogenado positivo al aumentar la síntesis de proteínas ⁶⁵ e inhibir la degradación ⁶⁶ .	3-6 g al día en fases de gran carga de entrenamiento o de gran desgaste proteico.

de los ácidos grasos. Así pues, la cafeína se ha demostrado que actúa reduciendo la percepción subjetiva del esfuerzo durante un partido prolongado²¹ y manteniendo la velocidad de saque en las etapas finales de un partido de simulación¹³.

En cuanto a la posología de la suplementación con cafeína indicar que, debido a su rápida y efectiva absorción intestinal, se debe de tomar en los 60 minutos previos al ejercicio⁵² en una dosis situada en torno a los 6 mg/kg, debido a que a partir de los 3 mg/kg parece existir un *efecto meseta* en la relación dosis-respuesta⁶.

Creatina

La creatina es un aminoácido sintetizado a partir de la arginina, glicina y metionina, aunque, también puede obtenerse a través de dieta a través de productos cárnicos, el pescado y huevo, principalmente. De los 2 gramos diarios en los que se sitúan los requerimientos de creatina, se estima que un 50% provienen de la síntesis endógena y la otra mitad provendrá de la dieta⁵². La principal función de la creatina se relaciona con la rápida capacidad de resíntesis de ATP, aunque, también se ha demostrado que tiene una función tampón en la regulación del equilibrio ácido-base⁵² y estabilizadora

de la membrana celular, al disminuir la fluidez de membrana y el daño muscular⁵³.

Debido a que la suplementación con monohidrato de creatina ha demostrado ser eficaz en los deportes de elevada intensidad y corta duración e intermitentes⁵², se ha propuesto como una ayuda ergogénica de posible utilización en el tenis, debido a las repetidas transiciones de descanso-ejercicio de muy alta intensidad²¹. A pesar de que existe una posología caracterizada por una fase de carga en la que se aportan 20 g/día, seguida de otra de mantenimiento donde se aportan 3 g/día, el tenista podría beneficiarse de un protocolo sostenido en el que se aportaría 3 g/día durante un período mínimo de un mes, al demostrar ambos protocolos la misma eficacia a largo plazo⁵⁴.

Bicarbonato sódico

El bicarbonato sódico, al igual que el citrato sódico, es una sustancia alcalina que actúa a nivel extracelular como regulador del equilibrio ácido-base, atenuando la disminución del pH que se ha identificado como un factor causante de fatiga¹⁵ y limitante del rendimiento en el tenis (véase tabla 1).

Distintos estudios han podido comprobar un efecto ergogénico del bicarbonato tanto en ejercicios inter-

mitentes de alta intensidad⁵⁵, como de ejercicio con pesas⁵⁶ o incluso ejercicio de larga duración e intensidad submáxima⁵⁷. Un único estudio que ha evaluado el efecto de la suplementación de bicarbonato sódico en un partido de simulación de tenis comprobó que al finalizar el esfuerzo las concentraciones de ácido láctico eran mayores (lo que implica una mayor contribución del metabolismo anaeróbico láctico al ejercicio) sin un aumento de la percepción subjetiva del esfuerzo⁵⁸. Además, en dicho estudio se comprobó un menor % de error en el saque, así como mejoras significativas al combinar golpes de derecha e izquierda⁵⁸.

La posología recomendada consiste en 0,3 g/kg mezclados con 1-2 litros de agua en las 2 horas previas al ejercicio⁵², si bien, McNaughton y Tompson⁵⁹ han propuesto un protocolo de suplementación a largo plazo consistente en ingerir 0,5 g/kg dividido en varias tomas a lo largo del día.

β-alanina

La suplementación con β-alanina se da debido a que la síntesis de carnosina viene marcada por la cantidad de β-alanina proveniente de la dieta⁶⁰. Entre los efectos asociados a la suplementación con β-alanina se encuentran aquellos relacionados con las funciones de la carnosina, destacando especialmente la acción reguladora del pH⁶¹. Además, se le ha atribuido a una mejora en los procesos de captación y recaptación de calcio por parte del retículo sarcoplasmático, mecanismo por el que se favorecería la contracción muscular⁶⁰.

La gran diferencia de esta ayuda con respecto al bicarbonato reside en que, mientras el bicarbonato actúa como regulador del equilibrio ácido-base a nivel extracelular¹⁵, la carnosina es la principal proteína taponadora a nivel intracelular⁶¹. La suplementación con β-alanina ha demostrado ser efectiva tanto en pruebas de velocidad⁶² como de resistencia a la fuerza⁶³ o un test de Wingate tras un protocolo intermitente de 100 minutos de duración⁶⁴.

A falta de estudios específicos en el tenis, podemos suponer que la suplementación con β-alanina puede actuar como una ayuda ergogénica en el tenis. En cuanto a la posología que mejores resultados ha reportado ha sido aquella en la que se aporta un cantidad de 4,8-6,4 g/día, dividido en varias tomas diarias⁶¹.

β-Hidroximetilbutirato (HMB)

El β-hidroximetilbutarato, también conocido como HMB es un ácido orgánico formado por 5 átomos de carbono y un derivado formado por la oxidación del aminoácido esencial de cadena ramificada leucina. Entre las funciones del HMB se encuentran la capacidad de promover la síntesis de proteínas y la hipertrofia⁶⁵, al tiempo que inhibiría la degradación proteica, especialmente en condiciones catabólicas importantes⁶⁶.

A pesar de que las mejoras en los niveles de fuerza y de resistencia mediante la suplementación con HMB puedan ser modestas⁶⁷, especialmente en deportistas altamente entrenados⁵², sí que esta ayuda ha sido muy efectiva para reducir marcadores de catabolismo muscular y fomentar la hipertrofia en personas que comienzan un programa de entrenamiento sistemático⁶⁸. Por ello, en períodos de mucho volumen de entrenamiento o competiciones con un alto desgaste, se podría acudir a la suplementación con HMB a una dosis de 3-6 g/día⁶⁹.

CONCLUSIONES

Un adecuado abordaje dietético-nutricional es efectivo a la hora de asegurar un estado de salud, así como un rendimiento y recuperación óptimo en el tenista. El tenista debe asegurar una ingesta adecuada de hidratos de carbono, especialmente en los momentos previos, durante y posteriores al ejercicio, así como ingerir unas cantidades suficientes en cantidad y calidad de proteínas. La ingesta de ácidos grasos, tampoco debe subestimarse y favorecer la ingesta de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. En cuanto ayudas ergogénicas, tanto la creatina, cafeína, bicarbonato sódico, β-alanina y β-hidroximetilbutarato pueden tener un efecto ergogénico en determinados momentos de la temporada si se sigue una posología adecuada de las mismas.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los estudios específicos de nutrición deportiva en el tenis son escasos. La mayoría de ellos se han centrado en estudiar el efecto de un plan de hidratación e hidratos de carbono durante el ejercicio. Son necesarios estudios de intervención que valoren la implantación de programas de intervención llevados a cabo por dietistas-nutricionistas, así como el diseño de estudios que profundicen en la posible utilización de ciertos suplementos deportivos con objeto de mejorar el rendimiento o los procesos de recuperación en el tenista.

REFERENCIAS

1. Kondric M, Sekulic D, Uljevic O, Gabrilo G, Zvan M. Sport Nutrition and Doping in Tennis: An Analysis of Athletes' Attitudes and Knowledge. *J Sports Sci Med*, 2013; 12 (2): 290-7.
2. Moran DS, Heled Y, Arbel Y, Israeli E, Finestone A, Evans RK, et al. Dietary intake and stress fractures among elite male combat recruits. *J Int Soc Sports Nutr*, 2012; 9 (1): 6.
3. Domínguez R, Maté-Muñoz JL. Hepcidina: hormona reguladora del metabolismo del hierro en el deportista. *Rev Ib CC Act Fis Dep*, 2014; 1 (1): 1-9.
4. Rodriguez NR, Rodriguez NS, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2009; 41: 709-31.
5. Maughan RJ. Nutritional status, metabolic responses to exercise and implications for performance. *Biochem Soc Trans*, 2003; 31: 1267-9.
6. Burke L. Nutrición en el deporte. Madrid: Medica Panamericana. 2010.
7. O'Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci* 2001; 19 (2): 107-15.
8. Elliott B, Dawson B, Pyke F. The energetics of singles tennis. *J Hum Mov Stud*, 1985; 11 (1): 11-20.
9. Richers TA. Time-motion analysis of the energy systems in elite and competitive singles tennis. *J Hum Mov Stud*, 1995; 28: 73-86.
10. Iacoboni M. Playing tennis with the cerebellum. *Nat Neurosci*, 2001; 4: 555-556.
11. Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci*, 1998; 16 (8): 739-747.
12. Ferrauti A, Pluim BM, Buschm T, Weber K. Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. *J Sci Med Sport*, 2003; 6 (1): 28-39.
13. Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young WB. Caffeine, Carbohydrate, and Cooling Use During Prolonged Simulated Tennis. *Int J Sports Physiol Perform*, 2007; 2 (4): 423-38.
14. Kovacs MS. A review of fluid and hydration in competitive tennis. *International J Sports Physiol Perform*, 2008; 3 (4): 413-23.
15. Wallimann T, Tokarska-Schlattner M, Schlattner U. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino Acids* 2011; 40 (5): 1271-96.
16. Price M, Moss P. The effects of work: rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. *J Sports Sci*, 2007; 25 (14): 1613-21.
17. Yamamoto T, Azechi H, Board M. Essential role of excessive tryptophan and its neurometabolites in fatigue. *Can J Neurol Sci*, 2012; 39 (1): 40-7.
18. Blomstrand E. A role for branched-chain amino acids in reducing central fatigue. *J Nutr*, 2006; 136 (2): 545-7.
19. Binkley HM, Beckett J, Casa DJ, Kleiner DM, Plummer PE. National athletic trainers association position statement: exertional heat illnesses. *J Athl Train*, 2002; 37 (3): 329-43.
20. González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Coyle EF. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *Am J Physiol*, 2000; 278 (2): 321-30.
21. Ranchordas MK, Rogerson D, Ruddock A, Killer SC, Winter EM. Nutrition for Tennis: Practical Recommendations. *J Sports Sci Med*, 2013; 12 (2): 211-24.
22. Sawka MN, Burke LM, Eichner R. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 2007; 39 (2): 377-90.
23. Morante SM, Brotherhood JR. Thermoregulatory responses during competitive singles tennis. *Brit J Sports Med*, 2008; 42 (9): 736-41.
24. Mora-Rodríguez R. Métodos y medios de recuperación del balance hídrico. En: Terrados N, Mora R, Padilla S, editores. *La Recuperación de la Fatiga del Deportista*. Madrid: Gymnos; 2004. p. 109-142.
25. Domínguez R. Necesidades de hidratos de carbono en el deportista de resistencia. *Mot Hum*, 2012; 13 (1): 60-6.
26. Pedersen BK, Bruunsgaard H, Klokke M, Kappel M, MacLean DA, Nielsen HB, et al. Exercise-induced immunomodulation—Possible roles of neuroendocrine and metabolic factors. *Int J Sports Med*, 1997; 18 (1): 2-7.
27. Marcelo J, López J, Pérez F. Índice glucémico y ejercicio físico. *Rev And Med Dep*, 2008; 1 (3): 116-24.
28. De Sousa MV, Altamari LR, Okano AH, Coelho CF, Altamari JM, Teixeira O, et al. Pre-exercise high concentration carbohydrate supplementation impairs the performance on high intensity cycling exercise. *Rev And Med Dep*, 2010; 3 (4): 133-7.
29. Sergej M, Ostojic, Mazic S. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. *J Sports Sci Med*, 2002; 1 (2): 47-53.
30. Gomes RV, Moreira A, Coutts AJ, Capitani CD, Aoki MS. Effect of carbohydrate supplementation on the physiological and perceptual responses to prolonged tennis match play. *J Strength Cond Res* 2014; 28 (3): 735-41.
31. Gomes RV, Capitani CD, Ugrinowitsch C, Zourdos MC, Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, et al. Does carbohydrate supplementation enhance tennis match play performance? *J Int Soc Sports Nutr*, 2013; 10 (1): 46.
32. McRae KA, Galloway SD. Carbohydrate-electrolyte drink ingestion and skill performance during and after 2 hr of indoor tennis match play. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2012; 22 (1): 38-46.
33. Jeukendrup AE. Multiple transportable carbohydrates and their benefits. *Sports Sci Exch*, 2013; 26: 1-5.
34. Ivy JL, Goforth HW, Damno BD, McCauley TR, Parsons EG, Price TB. Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol*, 2002; 93 (4): 1337-44.

35. Berardi JM, Noreen EE, Lemon P. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *J Int Soc Sports Nutr*, 2008; 24: 5-24.
36. Aparicio VA, Nebot E, Heredia JM, Aranda P. Efectos metabólicos, renales y óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Rev And Med Dep*, 2010; 3 (4): 153-8.
37. Suárez MM, Kislansky A, López LB. Evaluación de la calidad de la proteína en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregidos por digestibilidad. *Nutr Hosp*, 2006; 21 (1): 47-51.
38. Rennie M. Control of muscle protein synthesis as a result of contractile activity and amino acid availability: Implications for protein requirements. *Int J Sports Nutr Exerc Metab*, 2011; 11: 170-6.
39. Hernández R. Necesidades proteicas en individuos físicamente activos. *R CC Ejerc Salud*, 2003; 3 (1): 63-76.
40. Tipton KD, Wolfe RR (2004). Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 22 (1): 65-79.
41. Phillips SM, Van Loon L. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sport Sci*, 2011; 29 (1): 29-8.
42. Candow DG, Chilibeck PD. Timing of creatine or protein supplementation and resistance training in the elderly. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008; 33 (1): 184-90.
43. Borsheim E, Cree MG, Tipton KD, Elliott TA, Aarsland A, Wolfe RR. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *J Appl Physiol*, 2004; 96 (2): 674-8.
44. Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, Salacinski A. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *J Int Soc Sports Nutr*, 2012; 9 (1): 54.
45. American College of Sport Medicine. Joint position statement: nutrition and athletic performance. American College of Sport Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32 (12): 2130-45.
46. Howarth KR, Eagen CK, Fisher NM, Leddy JJ, Pendergast DR. The effect of varying dietary fat on the nutrient intake in male and female runners. *J Am Coll Nutr*, 2000; 19: 52-60.
47. Mozaffarian D, Micha R, Wallace S. Effects on Coronary Heart Disease of Increasing Polyunsaturated Fat in Place of Saturated Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLoS Med*, 2010; 7 (3): e1000252.
48. Mataix J. Minerales y ejercicio físico. En: González J, Villa J, editores. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Síntesis; 2001. p. 191-225.
49. Bergeron MF. Heat cramps: fluid and electrolyte challenger during tennis in the heat. *J Sci Med Sport*, 2003; 6 (1): 19-27.
50. Stear SJ, Castell LM, Burke LM, Spriet LL. *BJSM reviews: A-Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance-Part 6*. *Brit J Sports Med*, 2009; 44 (4): 297-8.
51. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010; 7 (1): 5.
52. Palacios N, Manolles P, Blasco R, Bonafonte LF, Gaztañaga T, Manuz B, et al. Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Dep*, 2012; 39 (Supl 1).
53. Persky A, Brazeau GA. Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacol Rev*, 2001; 53 (2): 161-76.
54. Phillips SM, Van Loon L. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sport Sci*, 2011; 29 (1): 29-38.
55. Poortmans JR, Rawson ES, Burke LM, Stear SJ, Castell LM. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 11. *Brit J Sports Med*, 2010; 44 (10): 765-6.
56. Barber JJ, McDermott AY, McGaughey KJ, Olmstead JD, Hagobian TA. Effects of combined creatine and sodium bicarbonate supplementation on repeated sprint performance in trained men. *J Strength Cond Res*, 2013; 27 (1): 252-8.
57. Carr BM, Webster MJ, Boyd JC, Hudson GM, Scheett TP. Sodium bicarbonate supplementation improves hypertrophy-type resistance exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 2013; 113 (3): 743-52.
58. McNaughton LR, Dalton B, Palmer T. Sodium bicarbonate can be used as an ergogenic aid in high-intensity, competitive cycle ergometry of 1 h duration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1999; 80 (1): 64-9.
59. Wu CL, Shih MC, Yang CC, Huang MH, Chang CK. Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010; 7: 33.
60. McNaughton LR, Thompson D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Sports Med Phys Fitness*, 2001; 41 (4): 456-62.
61. Sale C, Artioli GG, Gualano B, Saunders B, Hobson RM, Harris RC. Carnosine: from exercise performance to health. *Amino Acid*, 2013; 44 (6): 1477-91.
62. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied b-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, 2006; 30 (3): 279-89.
63. De Salles V, Roschel H, de Jesus F, Sale C, Harris RC, Solis MY, et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2013; 38 (5): 525-32.
64. Sale C, Hill CA, Ponte J, Harris RC. β -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *J Int Soc Sports Nutr*, 2012; 9 (1): 26.
65. Van Thienen R, Van Proeyen K, Van Eynde B, Lefere T, Hespel P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 2009; 41 (4): 898-903.

66. Zanchi NE, Gerlinger-Romero F, Guimaraes-Ferreira L, de Siqueira MA, Felitti V, Lira FS. HMB supplementation: clinical and athletic performance-related effects and mechanisms of action. *Amino Acids*, 2010; 40 (4): 1015–25.
67. Siddiqui R, Pandya D, Harvey K, Zaloga GP. Nutrition modulation of cachexia/proteolysis. *Nutr Clin Pract*, 2006; 21 (2): 155–67.
68. Rowlands DS, Thomson JS. Effects of betahydroxy- beta-methylbutyrate supplementation during resistance training on strength, body composition, and muscle damage in trained and untrained young men: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*, 2009; 23 (3): 836–46.
69. Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol*, 2003; 94 (2): 651-9.
70. Gallagher PM, Carrithers JA, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. Beta-hydroxy-betamethylbutyrate ingestion, part II: effects on hematology, hepatic and renal function. *Med Sci Sport Exercise*, 2000; 32 (21): 16-9.