

2. Alimentación y nutrición

2.1 Nutrientes

Habitualmente se suele considerar a la nutrición como el estudio de los alimentos y de cómo éstos mantienen el cuerpo e influyen en la salud (Thompson, Manore, & Vaughan, 2008). Sin embargo, cuando abordamos el concepto nutrición, podemos hacerlo desde dos perspectivas diferentes:

- La nutrición **como ciencia**, que se encarga del estudio de varios aspectos de la nutrición y alimentación humana, como por ejemplo, los nutrientes y otras sustancias que los alimentos nos aportan, las funciones que estos cumplen en el organismo, la interacción que existe entre ellos y su relación con el proceso de salud-enfermedad, así como de otros aspectos menos populares de la alimentación, como son los socioeconómicos y culturales;
- La nutrición **como proceso biológico**, que hace referencia al conjunto de funciones interrelacionadas que tienen como finalidad conservar la composición y funcionamiento normal del organismo.

Los **nutrientes** se suelen definir como las sustancias químicas que se encuentran en los alimentos y que el organismo utiliza para obtener energía y para ayudar al crecimiento, mantenimiento y reparación de los tejidos (Thompson et al., 2008). Se pueden clasificar en **esenciales** (son aquellos que poseen funciones biológicas específicas y el organismo no es capaz de sintetizarlos o no puede hacerlo en las cantidades necesarias) y **no esenciales** (cuando el organismo puede sintetizarlos). De acuerdo con la cantidad en que se deben ingerir diariamente, los nutrientes pueden dividirse en **macronutrientes** o **micronutrientes**.

También se puede agrupar a los nutrientes según su función. Si bien cada nutriente puede cumplir varias funciones en el organismo, por lo general, suelen tener una función principal. En este sentido, se pueden agrupar de la siguiente manera: a) **energética**: hidratos de carbono y grasas; b) **plástica o estructural**: proteínas y minerales; c) **reguladora**: vitaminas, minerales, proteínas y agua (González Ruano, 1986). Si bien el alcohol (etanol) tiene valor energético (aporta 7 kcal/g), y por lo tanto, cumple una función energética, en realidad no es un nutriente según la definición que hemos dado.

En este módulo desarrollaremos los aspectos básicos de los nutrientes (macro y micronutrientes), para posteriormente abordar cuestiones más propias de la nutrición deportiva (ND).

2.1.1 Hidratos de carbono

Los **hidratos de carbono (CHO)**, también llamados carbohidratos o glúcidos, forman un extenso grupo de sustancias que, desde el punto de vista químico, están compuestos por átomos de C, H y O. Forman parte de todos los organismos vivos.

Son compuestos orgánicos —la mayoría de origen vegetal— cuyas unidades estructurales son los **monosacáridos** (González Ruano, 1986). Son producidos por los vegetales a partir de la fotosíntesis; los animales y el hombre obtienen los carbohidratos a partir de los alimentos (Menshikov & Volkov, 1990).

Una clasificación estructural de los CHO, según la complejidad de la molécula, se puede observar en la Tabla 1. Según su origen se los puede clasificar en: a) **animal**: lactosa y glucógeno; b) **vegetal**: todos los demás.

Sin embargo, la clasificación observada en la Tabla 1, que denominaremos tradicional, basada exclusivamente en el grado de polimerización y desarrollada como una herramienta de educación nutricional, es actualmente considerada como un sistema sobresimplificado. Ha llevado a la división de este complejo y diverso grupo de sustancias en **CHO simples** y **CHO complejos**, que en ocasiones puede originar una serie de creencias o suposiciones erróneas. Las principales características metabólicas y nutricionales atribuidas a estos tipos de CHO se observan en la Tabla 2; aunque es importante resaltar que varias de ellas no son correctas.

Tabla 1. Clasificación tradicional de los hidratos de carbono

Tipo	Principales ejemplos	Fuentes principales	Digestibilidad	
Monosacáridos	Glucosa (dextrosa) Fructosa Galactosa	Miel Frutas Bebidas Productos azucarados	Disponibles a corto plazo	Hidratos de carbono asimilables
Disacáridos	Sacarosa Maltosa Lactosa	Azúcar Lácteos Productos azucarados		
Oligosacáridos	Maltotriosa Maltotetrosa Dextrinas	Bebidas deportivas	Disponibles a mediano plazo	
Polisacáridos	Almidón	Papas Cereales y derivados Bananas Uvas	Disponibles a largo plazo	
	Glucógeno	Hígado		
	Celulosa Lignina Pectina	Frutas y verduras Cereales integrales	Hidratos de carbono no asimilables	

Fuente: Adaptado de González Ruano, 1986.

Se le han realizado varias críticas a este sistema (Burke, 2000). Por ejemplo: a) existe poca correlación entre el tipo de CHO en el alimento y su efecto sobre la glucemia e insulinemia; b) la presencia de fibra dietaria (p. ej., pan blanco vs. pan integral) no siempre demora la absorción ni aplanan la curva de la glucemia posterior a la ingesta (“glucemia post-prandial”); c) la digestibilidad/disponibilidad de los diferentes tipos de CHO debe ser reevaluada, ya que no todos los CHO simples son bien digeridos y absorbidos por todos los sujetos (p. ej., lactosa y fructosa), y además, actualmente se reconoce la digestión incompleta del almidón resistente (supuestamente un CHO “asimilable”, según la Tabla 1).

Tabla 2. Características atribuidas a los CHO según la clasificación tradicional

CHO Simples
<ul style="list-style-type: none">• Causan un marcado y rápido cambio en la insulinemia y la glucemia.• Muy dulces, pero generalmente poco nutritivos.• Completamente digeridos• Causantes de las caries.
CHO Complejos
<ul style="list-style-type: none">• Digestión y absorción completa, pero más lenta.• Producen una repuesta en la glucemia e insulinemia menos marcada y más sostenida.• Son alimentos muy nutritivos.
Fibra
<ul style="list-style-type: none">• Sustancia inerte, encontrada principalmente en los CHO complejos.• No digeribles.• Rol importante en mantener el funcionamiento y la regularidad del tránsito intestinal.

Fuente: Adaptado de Burke, 2000.

Por todo lo expuesto hasta aquí, hace algunos años se propuso utilizar otro sistema de clasificación de los CHO basado en el **índice glucémico (IG)**, al que llamaremos **clasificación actual** (Tabla 3). El concepto de IG fue introducido a principios de los '80 por Jenkins y cols., y consiste en elaborar un ranking de alimentos basado en la respuesta glucémica postprandial, comparada con un alimento de referencia (principalmente glucosa, aunque las primeras tablas estaban generalmente elaboradas basándose en el pan blanco). Ha sido utilizado para manipular la respuesta de la glucosa y la insulina a dietas de igual contenido en CHO, lo que puede ser de suma utilidad en determinadas situaciones clínicas como la diabetes.

Si bien también se ha sugerido la utilidad de recurrir a este sistema en el ámbito de la nutrición deportiva (Burke, Collier, & Hargreaves, 1993, Hargreaves, 1998), su uso es complejo y varios factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar recomendaciones nutricionales en base al IG.

Funciones de los carbohidratos

Su principal función es **energética** (1 g de CHO aporta 4 kcal o 17 kj). En segundo lugar, cumplen funciones plásticas (forman parte de diversas estructuras, por ejemplo, de las membranas celulares) y metabólicas, ya que puede considerarse que ahorran proteínas, debido a que, cuando se aportan en cantidades suficientes, evitan que las proteínas sean oxidadas para producir energía. Además, en cierta medida, regulan el metabolismo de las grasas y las proteínas, ya que no es posible la

oxidación normal de estos nutrientes en ausencia de glúcidos (Menshikov & Volkov, 1990).

Tabla 3. Clasificación de algunos alimentos según su índice glucémico (IG). Se tomó a la glucosa como alimento de referencia

CHO de Alto IG (→70)	
Glucosa	100
Cornflakes	84
Puré de papas instantáneo	83
Papas al horno	85
Bebidas deportivas	95
Miel	73
Sandía	72
Pan blanco	70
CHO de Moderado IG (56-69)	
Pan integral	69
Gaseosas	68
Arroz (blanco o integral)	59
Helado	61
Jugo de naranja	57
Sacarosa	65
CHO de Bajo IG (←55)	
Banana madura	52
All Bran	42
Leche	27
Yogur saborizado	33
Banana inmadura	30
Naranja	43
Fructosa	20

Fuente: Adaptado de Burke, 2000.

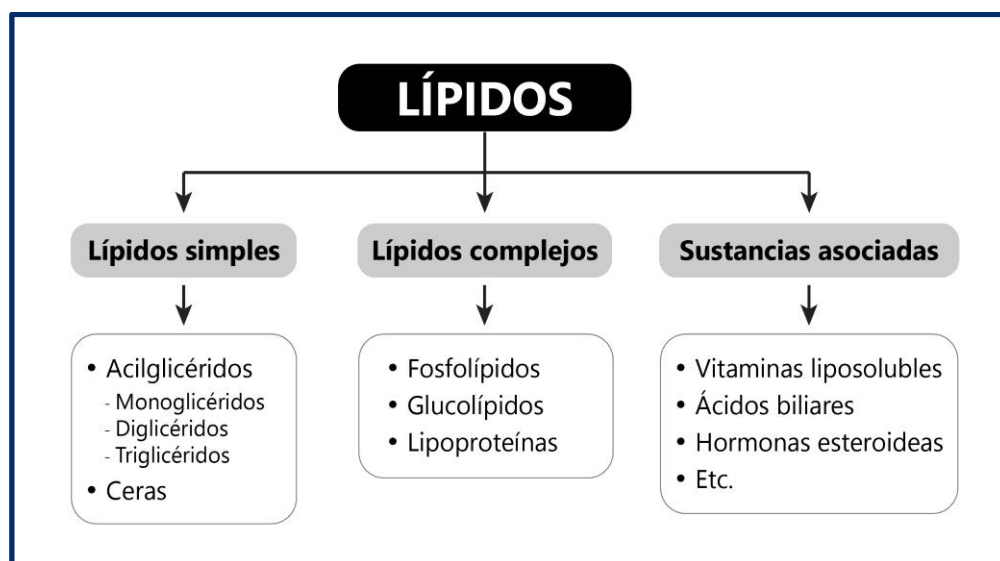
2.1.2 Lípidos

Son compuestos orgánicos de estructura química muy variada. Sin embargo, poseen algunas propiedades fisicoquímicas en común: son **insolubles en agua** (hidrofobia) y **solubles en solventes orgánicos o apolares** (alcohol, acetona, etc.) (Blanco, 1988; Menshikov & Volkov, 1990; Thompson et al., 2008). Si bien, al igual que los CHO, están formados por átomos de C, H y O, su composición química es muy diferente a la de los CHO. Algunos lípidos, además, tienen átomos de nitrógeno y fósforo en su composición.

Se los puede clasificar de diferentes maneras: 1) **según su origen**, en animales o vegetales; 2) **según su consistencia a temperatura ambiente**, se los divide en grasas o aceites; 3) **según su composición química** (Figura 1) (Blanco, 1988; MacLaren & Morton, 2012) se dividen en: a) lípidos simples (incluye acilglicéridos y ceras); b) lípidos complejos; y c) sustancias asociadas o derivadas (grupo muy diverso de sustancias, pero que comparten las propiedades de solubilidad de los lípidos).

Con respecto a los **lípidos simples**, la mayor parte de los ácidos grasos (AG) se esterifican con diferentes alcoholes (el principal es el glicerol) y forman compuestos llamados **acilglicéridos o acilglicerol**. Dependiendo de la cantidad de AG esterificados a la molécula de glicerol se obtienen **monoglicéridos, diglicéridos o triglicéridos (TG)**, siendo estos últimos los más abundantes. A los AG se los puede diferenciar por el largo de su cadena de carbonos: a) **AG de cadena corta** (menos de 6 carbonos); b) **AG de cadena media** (6 a 12 carbonos); y c) **AG de cadena larga** (más de 12 carbonos) (Thompson et al., 2008). En el cuerpo humano, la longitud de la cadena de los AG varía entre 14 y 24 carbonos (Jeukendrup & Gleeson, 2004).

Figura 1. Clasificación química de los lípidos



Fuente: Adaptado de Blanco, 1988.

También se puede clasificar a los AG **según el grado de saturación**, es decir, el número de dobles enlaces presentes en la cadena de carbonos (Asker E. Jeukendrup & Gleeson, 2004; Thompson et al., 2008). Si no presentan dobles enlaces, se denominan **AG saturados (AGS)**, lo cual significa que cada átomo de carbono está saturado con hidrógenos. Algunos alimentos ricos en AGS son el aceite de coco, el aceite de palma, la manteca, la crema de leche, etcétera. Los AG que presentan un doble enlace entre 2 átomos de carbono de la cadena se denominan **AG monoinsaturados (AGMI)** y normalmente son líquidos a temperatura ambiente. Algunos alimentos ricos en AGMI son el aceite de oliva, aceite de maní (cacahuete), aceite de colza (canola) y anacardo (castaña de cajú). Los que presentan 2 o más dobles enlaces se denominan **AG poliinsaturados (AGPI)**, los cuales también son líquidos a temperatura ambiente. Entre ellos se destacan el aceite de maíz, girasol, de colza y de semillas de algodón (Thompson et al., 2008).

Funciones de los lípidos

Este grupo de sustancias cumple numerosas funciones, entre ellas se destacan la **energética** (1 g de grasa aporta 9 kcal o 38 kJ), **estructural** (algunos tipos de lípidos forman parte de las membranas celulares), **aislamiento** (protegiendo al cuerpo del sobreenfriamiento), **sostén** (para proteger a numerosos órganos) y **transporte** (se encargan de vehiculizar las sustancias que no son solubles en agua, como por ejemplo, las vitaminas liposolubles) (Blanco, 1988; Menshikov & Volkov, 1990).

2.1.3 Proteínas

Son compuestos orgánicos nitrogenados de gran tamaño. Químicamente están compuestos por átomos de C, H, O y N. Las unidades estructurales de las proteínas son los **aminoácidos (AA)**. Existen unos 20 AA diferentes y se los diferencia en **esenciales** o **no esenciales**, dependiendo de si el cuerpo tiene la capacidad o no de sintetizarlos a partir de otras moléculas.

Las proteínas se pueden clasificar **según su estructura molecular** en: a) **fibrosas**, moléculas casi lineales que forman fibras y cumplen funciones de sostén o protección (p. ej., miosina); b) **globulares**, poseen una forma aproximadamente esférica, generalmente son proteínas con actividad biológica (p. ej., hormonas); **según su composición química** en: a) **proteínas simples**, constituidas solo por AA (albúminas, globulinas); b) **proteínas conjugadas**, constituidas por AA y otros compuestos (lipoproteínas, nucleoproteínas) (Menshikov & Volkov, 1990); **según el valor nutricional**, se distinguen dos tipos de proteínas: a) **completas**, que tienen un alto valor biológico porque incluyen los 8 AA esenciales (son de origen animal); b) **incompletas**, son las que no contienen todos los AA esenciales, o los tienen en cantidad insuficiente (son de origen vegetal). Una alimentación adecuada debe combinar ambas (González Ruano, 1986).

Funciones de las proteínas

Su principal función es **plástica o estructural**. También intervienen en la regulación de procesos biológicos, constituyendo enzimas y una gran cantidad de hormonas, entre otras sustancias reguladoras. En menor proporción suelen desempeñar una función energética, especialmente cuando hay escasez de CHO (1 g de proteínas aporta 4 kcal o 17 kj).

2.1.4 Micronutrientes

Vitaminas

Son compuestos orgánicos, de estructura química variada y relativamente simple, diferentes de los CHO, proteínas y lípidos (Blanco, 1988). Son esenciales en el organismo para mantener la salud y un normal crecimiento. En general, no pueden ser sintetizadas por el organismo y deben ser provistas con la dieta (Tabla 4). Se encuentran en los alimentos en pequeñas cantidades. Se hallan desigualmente repartidas en los alimentos, por ello es que una alimentación variada es fundamental para cubrir los requerimientos diarios de todas las vitaminas.

Las vitaminas no son útiles como fuente de energía ni como material plástico. Su función es eminentemente **reguladora**, ya que participan en numerosas vías metabólicas, generalmente formando parte de sistemas

enzimáticos (coenzimas), y algunas también actúan de manera similar a las hormonas (Blanco, 1988). Cada una de ellas cumple una función específica, de modo que no pueden reemplazarse unas a otras y todas son indispensables. El suministro insuficiente de alguna de ellas provoca trastornos metabólicos específicos e incluso el surgimiento de enfermedades (conocidas como hipovitaminosis).

Las vitaminas se clasifican **según su solubilidad** en: a) **liposolubles (A, D, E y K)**, se encuentran generalmente en productos de origen animal y no se eliminan por orina; b) **hidrosolubles (complejo B y vitamina C)**, no se acumulan en el cuerpo y se eliminan principalmente por orina.

Tabla 4. Ejemplos de alimentos fuentes de vitaminas

VITAMINA		FUENTES
Hidrosolubles	C	Frutos cítricos; tomates; otros vegetales frescos.
	Complejo B	Cereales integrales; harinas integrales; legumbres; huevos; carnes; hígado; leche; algunos vegetales.
Liposolubles	A	Animal: leche, hígado, huevo, manteca. Vegetal: "pro-vitaminas": espinaca, acelga, zanahoria, zapallo, tomate, etc.
	D	No abunda en alimentos naturales. Pequeñas cantidades en leche, yema, hígado y en algunos peces.
	E	Aceite de maíz, de soja; germen de trigo.
	K	Hígado; yema; tomate; espinaca; repollo. También se sintetiza en la flora intestinal.

Fuente: Adaptado de Mahan & Escott-Stump, 1999.

Minerales

Son un grupo de compuestos inorgánicos muy variado que participan en la composición del cuerpo humano. No pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser provistos con la dieta (Tabla 5).

A menudo se los clasifica según la cantidad requerida diariamente. Aquellos que se requieren en cantidades de 100 mg/día o más se denominan **macrominerales**, por ejemplo, calcio, fósforo, magnesio; aquellos que se requieren en pequeñas cantidades se llaman **oligoelementos** y algunos de ellos son el hierro, zinc, iodo, etcétera (Mahan & Escott-Stump, 1999).

Dentro de los macrominerales se destaca un grupo en particular de minerales, denominado en su conjunto **electrolitos**. Se caracterizan porque al disolverse en agua se disocian en sus iones componentes,

pudiendo tener carga eléctrica positiva (cationes) o negativa (aniones). Entre ellos, se destacan el sodio, potasio y cloro que están estrechamente relacionados entre sí. Se distribuyen en todos los líquidos y tejidos corporales, pero el sodio y el cloro son elementos principalmente extracelulares, mientras que el potasio es un elemento principalmente intracelular. Estos tres electrolitos participan conjuntamente en al menos cuatro funciones fisiológicas importantes: **a) equilibrio y distribución del agua, b) equilibrio osmótico, c) equilibrio ácido-base y d) la irritabilidad muscular normal** (Mahan & Escott-Stump, 1999).

Tabla 5. Ejemplos de alimentos fuentes de minerales

MINERAL	FUENTES
Calcio	Principalmente en leche y productos lácteos. Vegetales de hoja verde oscura; sardinas; soja.
Fósforo	Queso, leche, yema de huevo, carne vacuna, pescados, aves, cereales integrales, legumbres.
Hierro	Hígado, carne, yema de huevo, legumbres, cereales integrales o enriquecidos, verduras verde oscuras.
Magnesio	Cereales integrales, nueces, verduras verde oscuras, legumbres, carne, leche, chocolate.
Sodio	Sal común de mesa, mariscos, alimentos de origen animal, leche, huevos. Abundante en la mayoría de los alimentos, excepto en frutas.
Potasio	Frutas, leche, carne, cereales, verduras, legumbres.
Cloro	Sal común de mesa, mariscos, leche, carne, huevos.
Zinc	Hígado, arenque, moluscos, legumbres, leche, salvado de trigo.

Fuente: Adaptado de Mahan & Escott-Stump, 1999.

2.2 Nutrición deportiva

El origen de la Nutrición como ciencia se remonta aproximadamente a mediados del siglo XVIII. Pero si quisiéramos rastrear el de la Nutrición Deportiva (ND), veríamos que es mucho más antiguo. Los más remotos registros que se tienen sobre las prácticas de entrenamiento y alimentación se remontan a los antiguos Juegos Olímpicos de la Grecia clásica. De todos modos, estos textos no dejan de ser mitad verdad, mitad leyenda. Sería más adecuado tomarlos como ejemplo de lo inmemorial que es el interés del hombre por descubrir el efecto que diferentes formas de alimentarse podría tener sobre su capacidad de rendimiento.

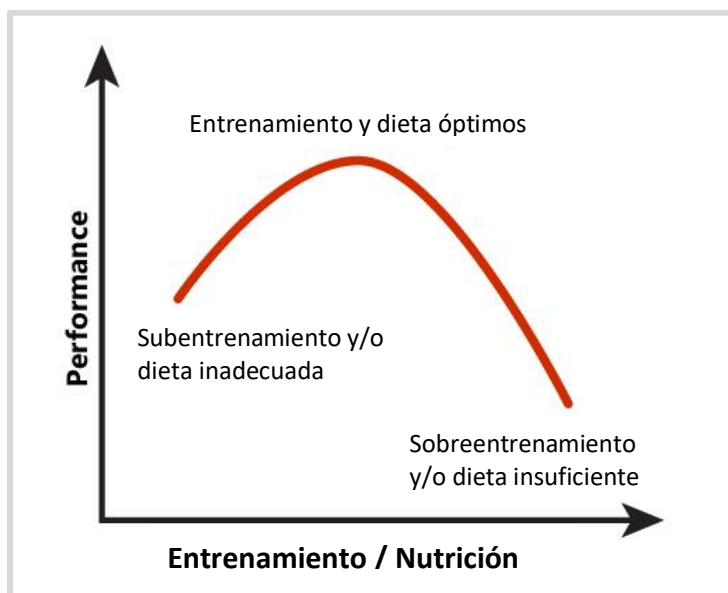
Si bien el avance científico ha permitido realizar enormes avances en el campo de la nutrición, todavía se la considera una ciencia relativamente joven. Esto es mucho más cierto cuando nos referimos a la ND. Podríamos afirmar que como ciencia propiamente dicha, todavía se encuentra en una etapa embrionaria de su desarrollo. Ejemplo de ello es que los primeros registros de los hábitos alimenticios de deportistas olímpicos comenzaron a aparecer hace 50 años aproximadamente, y que la mayoría de los datos disponibles en forma detallada son producto de la investigación de los últimos 15-20 años.

La ND podría considerarse como la aplicación de los principios nutricionales para el mantenimiento de la salud y la mejora de la performance deportiva. Es decir que se refiere a aquellos aspectos de la ciencia de la nutrición que se relacionan con la interacción entre la nutrición y la actividad física. La ND en las últimas décadas ha progresado considerablemente, al punto de pasar de basarse en estudios empíricos enfocados en los efectos de manipulaciones dietéticas, hacia la investigación directa de las bases fisiológicas de las demandas nutricionales específicas del ejercicio.

Relación entre entrenamiento, nutrición y rendimiento

Los principales factores que afectan la capacidad de rendimiento deportivo son básicamente la **herencia genética** y la **calidad del proceso de entrenamiento**. Pero más allá de estos factores, la nutrición juega un papel crítico en optimizar la capacidad de rendimiento (American College of Sports Medicine, 2000; Leutholtz & Kreider, 2001). Es decir que para que un atleta pueda rendir al máximo de sus posibilidades, el entrenamiento y la nutrición deben ser óptimos y estar perfectamente coordinados (Figura 2). Lo que un atleta come y bebe sin dudas afectará su salud, su peso y composición corporal, la disponibilidad de sustratos energéticos durante el ejercicio, el tiempo de recuperación luego del entrenamiento o competencia y, por ende, su performance (American College of Sports Medicine, 2000).

Figura 2. Relación entre performance y entrenamiento/nutrición



Fuente: adaptado de Leutholtz & Kreider, 2001.

2.2.1 Principios y objetivos

Principios de la nutrición deportiva

El primer principio para optimizar la performance del deportista es lograr que consuma suficiente energía, es decir, que mantenga su balance energético (American College of Sports Medicine, 2000; Leutholtz & Kreider, 2001). Lograr una ingesta energética adecuada es esencial para el mantenimiento de la masa magra y de la función inmune y reproductiva, así como una óptima performance deportiva (American College of Sports Medicine, 2000). Además, un déficit crónico en la ingesta de energía ha sido considerado como uno de los factores causales potenciales del sobreentrenamiento (Leutholtz & Kreider, 2001).

El segundo principio en la alimentación del deportista es asegurarse que consuma cantidades adecuadas de macronutrientes en su dieta (Leutholtz & Kreider, 2001). A pesar de que dietas hiperhidrocarbonadas (aporte de CHO >60% del valor calórico total) han sido recomendadas para los deportistas (especialmente los de resistencia) en el pasado, no existe información disponible para sugerir que los atletas requieren una dieta muy diferente de la que se recomienda para mantener la salud en la población en general (50 a 60% de la energía aportada por CHO, 12 a 15% por proteínas y entre un 25 y un 30% por las grasas), salvo por sus mayores necesidades de energía y fluidos (American College of Sports Medicine, 2000). De todos modos, el uso de porcentajes para expresar la distribución de los macronutrientes en la dieta de los deportistas

puede llevar a recomendaciones erróneas o confusas, por lo que en este grupo lo adecuado es expresar los requerimientos de macronutrientes en función del tamaño corporal (American College of Sports Medicine, 2000).

El tercer elemento a tener en cuenta en la alimentación de los deportistas es asegurarse que mantengan un estado de hidratación óptimo, ya que la performance se ve disminuida a medida que el balance de fluidos se altera y se produce una progresiva deshidratación (American College of Sports Medicine, 2000).

Por último, sería importante desarrollar un plan de alimentación estratégico, es decir, planificar cuidadosamente el momento de ingerir sus comidas y la composición más favorable que éstas deberían tener, para lograr una completa recuperación de los entrenamientos y así optimizar las adaptaciones inducidas por el programa de entrenamiento. Esta idea de periodizar la alimentación del deportista también se puede aplicar al uso de suplementos y ayudas ergogénicas.

Objetivos de la nutrición deportiva

Fundamentalmente, la nutrición del deportista persigue dos grandes finalidades:

- Lograr desarrollar una dieta de entrenamiento adecuada que permita hacer frente al estrés físico que representa el entrenamiento, aportando todas las sustancias necesarias para lograr una óptima adaptación y facilitar una adecuada recuperación entre las sesiones de entrenamiento. Una característica importante de la dieta de entrenamiento es la posibilidad de manipularla fácilmente para poder adaptarla a situaciones especiales que surjan, por ejemplo, cambios marcados en la carga de entrenamiento, cambios en las metas de composición corporal buscadas, etcétera.
- Desarrollar una dieta de competencia óptima. Su objetivo es permitirle al deportista llegar a la competencia en condiciones favorables para lograr su máxima performance. Básicamente involucra tres momentos: la alimentación antes de la competencia, la alimentación durante la competencia y la alimentación post-competencia.

De todos modos, los mensajes sobre salud y alimentación brindados a la población siguen siendo importantes metas para alcanzar por los deportistas (American College of Sports Medicine, 2000). Se les debe recordar que la alimentación tiene un importante valor psicológico y social, y que además, más allá de la importancia inmediata para su rendimiento deportivo, su importancia lo es también a largo plazo, ya que los alimentos consumidos hoy pueden tener efectos muy

importantes sobre su salud en el futuro, especialmente al finalizar la carrera deportiva.

2.2.2 Composición dietaria óptima

La nutrición es uno de los principales factores que puede afectar el rendimiento de un deportista. Sin embargo, algunos deportistas solo se preocupan por su alimentación unos pocos días antes de una competencia importante; sin embargo, es muy poco probable que esto pueda maximizar su rendimiento.

Del mismo modo que los deportistas periodizan su entrenamiento (varían los componentes de su plan de entrenamiento como volumen o intensidad a lo largo del año para el logro del máximo rendimiento), deberían adaptar su plan de alimentación para respaldar su plan de entrenamiento. Es decir que cada vez que el plan de entrenamiento entra en un nuevo ciclo o etapa, el plan de alimentación debería adaptarse a este cambio, y así poder hacer frente a estos nuevos requerimientos energéticos y de nutrientes. Esto es lo que se denomina **periodización nutricional (PN)**.

Las **metas principales** de la PN son (Seebohar, 2011):

- mejorar el rendimiento.
- mejorar la salud.
- optimizar el peso y la composición corporal.

Este mismo autor señala que los **principios de aplicación** en los que se basa la PN son:

- planificar;
- desarrollar;
- implementar;
- cantidad de alimento;
- calidad de alimento;
- momento (timing) de las comidas.

Debido a las diferencias que existen entre los diferentes deportes, e incluso dentro de un mismo deporte (entre diferentes especialidades o entre diferentes puestos), es normal que el rango de macronutrientes pueda ser amplio. Además, se debe tener en cuenta la individualidad propia de cada deportista, y los diferentes objetivos que cada uno puede tener a lo largo de la temporada de entrenamiento. Por todo esto, las recomendaciones que se dan sobre el consumo de macronutrientes deben ser tomadas como referencias generales que luego deben ser adaptadas a cada caso en particular.

En el **período preparatorio (o “pre-temporada”)** se podrían plantear como metas nutricionales generales (Seebohar, 2011):

- Alimentarse para optimizar el peso y la composición corporal. Si fuera necesario, este es el período más recomendable para la búsqueda de la disminución del tejido adiposo, o la ganancia de masa muscular.
- Alimentarse para entrenar. La cantidad de energía y nutrientes está determinada por la carga de entrenamiento.
- Alimentarse para aprender. Este también puede ser un excelente momento para experimentar con nuevos alimentos y preparaciones, y así poder conocer más la respuesta individual que será muy útil en etapas posteriores de la temporada.
- Alimentarse para mejorar la eficiencia metabólica. En esta etapa se puede intentar llevar a cabo algunas estrategias para optimizar el uso de grasas como combustible, y así preservar las limitadas reservas corporales de CHO.

Las metas nutricionales generales en el **período de competencia** son:

- Seguir experimentando cuáles son los alimentos y bebidas que mejor se toleran antes y durante el entrenamiento y la competencia.
- Ensayar durante el entrenamiento el plan nutricional que se piensa utilizar durante las competencias.
- Continuar con la implementación de la estrategia de eficiencia metabólica. Tener en cuenta que esta idea no equivale a recomendar realizar una dieta baja en CHO.
- Ensayar y afinar diferentes planes de nutrición, especialmente de hidratación, según las diferentes condiciones en las que se pueda llegar a competir.
- Evitar salirse del plan nutricional, especialmente durante los viajes.

En cuanto al **período de transición o fuera de temporada**, las metas nutricionales generales son (Seebohar, 2011):

- Identificar los cambios o ajustes necesarios en el plan de alimentación para dar cuenta de esta etapa que se caracteriza por tener un menor requerimiento energético.
- En relación al punto anterior, hacer un adecuado manejo de las emociones para que la ansiedad u otras situaciones no deriven en una sobre-ingesta de energía (“alimentación emocional”), que puede redundar en una ganancia de peso y grasa corporal.
- Discontinuar el uso de suplementos deportivos, especialmente aquellos que pueden hacer un aporte de energía importante (bebidas deportivas, ganadores de peso, barras deportivas, etc.), ya que este período se caracteriza por una necesidad energética

menor, que puede ser cubierta a través de los alimentos y bebidas comunes.

- Prevenir la ganancia de peso y grasa corporal.

Las recomendaciones generales de macronutrientes para los diferentes períodos de la temporada de entrenamiento se encuentran resumidas en la Tabla 6.

Tabla 6. Recomendaciones de macronutrientes (en g/kg/día) en los diferentes períodos de la temporada deportiva

Periodo de Entrenamiento	CHO	Proteínas	Grasas
Preparatorio (sin pérdida de peso/grasa)	5 - 7 g/kg/día	1,2 - 2 g/kg/día	0,9 - 1,3 g/kg/día
Preparatorio (con pérdida de peso/grasa)	3 - 4 g/kg/día	2 - 2,5 g/kg/día	0,8 - 1 g/kg/día
Competitivo	5 - 12g/kg/día	1,4 - 2 g/kg/día	1 - 1,5 g/kg/día
Fuera de temporada	3 - 4 g/kg/día	1,5 - 2,3 g/kg/día	1 - 1,2 g/kg/día

Fuente: Adaptado de Seebohar, 2011.

2.2.3 Función gastrointestinal y ejercicio

La **función gastrointestinal (GI)** tiene el potencial de influenciar tanto la salud como el rendimiento deportivo. De hecho, el conocimiento de la función GI permite es la base para el desarrollo y aplicación de estrategias nutricionales óptimas para potenciar el rendimiento.

La competencia deportiva y el ambiente en la cual se desarrolla pueden comprometer la integridad y/o funcionalidad del tubo digestivo. La disfunción GI puede reducir la disponibilidad de nutrientes y los síntomas asociados pueden producir un debilitamiento. Ambas condiciones pueden reducir la capacidad de rendimiento.

Efectos del ejercicio y características de los sujetos sobre la función GI

La **intensidad** del ejercicio puede tener un efecto importante sobre la **tasa de vaciado gástrico**. El ejercicio de baja intensidad (p.ej., caminata) aumenta la tasa de vaciado gástrico. Al ejercicio de moderada intensidad no se le ha encontrado un efecto muy claro en las diferentes investigaciones, pero en general no tendría efectos muy diferentes al de baja intensidad. En cambio, el ejercicio intenso (p.ej., 80-90% VO₂ máx.) o los esfuerzos intermitentes (p.ej., ejercicio de intensidad variable, donde se alteran esfuerzos moderados, esfuerzos breves de elevada intensidad, con pausas o etapas de baja intensidad) disminuyen la tasa

de vaciado gástrico (Leiper, Broad, & Maughan, 2001; Leiper, Prentice, Wrightson, & Maughan, 2001; Rehrer, McLaughlin, & Wasse, 2014).

Aunque el ejercicio intenso produzca una disminución significativa en la tasa de vaciado gástrico, esto no sería razón suficiente para desalentar el consumo de fluidos cuando se esperan pérdidas que podrían comprometer la capacidad de rendimiento (Rehrer et al., 2014).

El **modo de ejercicio** no parece tener un impacto muy elevado en la tasa de vaciado gástrico, ya que cuando los mismos sujetos realizan esfuerzos similares corriendo o pedaleando se observan tasas de vaciado gástrico similares (Houmard et al., 1991).

Tampoco el **nivel de entrenamiento** parecería afectar la tasa de vaciado gástrico, ya que cuando el esfuerzo se realiza al mismo nivel de intensidad relativa (e.g., % VO_2 máx.) no se observan diferencias significativas entre sujetos entrenados vs. desentrenados (Rehrer et al., 2014).

Si bien la **edad** no ha demostrado tener un efecto claro sobre la tasa de vaciado gástrico en diferentes estudios (Rehrer et al., 2014), parece ser que la misma disminuye en edades avanzadas, ya que sujetos de 70 años vacían fluidos con CHO más lentamente que sujetos de 20 años (O'Donovan et al., 2005).

No hay muchos estudios que hayan analizado el efecto del **sexo** en el vaciado gástrico, aunque parece ser que los hombres tienen tasas de vaciado algo más elevadas que las mujeres, tanto para alimentos sólidos como líquidos (Datz, Christian, & Moore, 1987).

El efecto combinado que representa el ejercicio en el calor y la hipohidratación sobre el **estrés térmico** también disminuye la tasa de vaciado gástrico (Neufer, Young, & Sawka, 1989), aunque parece ser que hipohidratación por sí sola (al menos en niveles equivalentes a ~3% del peso corporal) no disminuye significativamente la tasa de vaciado gástrico (Ryan et al., 1998).

Más allá de que todos estos factores pueden permitirnos hacer un mejor análisis de la función gástrica durante el ejercicio, es muy importante tener presente que existen grandes diferencias interindividuales en la tasa de vaciado gástrico (Rehrer et al., 2014).

Los estudios que analizan, por otro lado, el efecto del esfuerzo físico sobre la **tasa de absorción intestinal** son en parte inconsistentes, y reflejan una gran variación interindividual. De todos modos, parece ser que la tasa de absorción intestinal se reduce durante el ejercicio solo cuando la intensidad del esfuerzo o las condiciones ambientales son

tales que el flujo sanguíneo al tubo GI se reduce al punto de comprometer el aporte de oxígeno (Rehrer et al., 2014).

La **motilidad GI** es la encargada de manejar el tránsito GI. En forma análoga a lo que sucede con el vaciado gástrico, el ejercicio de moderada intensidad aumenta la motilidad y el tránsito GI, mientras que ejercicios de elevada intensidad la disminuyen (Brown et al., 1994). Al igual que otras variables de la función GI, se observa una gran variabilidad interindividual en la motilidad GI (Degen & Phillips, 1996; Rehrer et al., 2014) y el tránsito GI suele ser, en promedio, un poco mayor en los hombres comparados con las mujeres (Degen & Phillips, 1996).

El ejercicio físico además disminuye el **flujo sanguíneo esplácnico** (i.e., irrigación de las vísceras), y esto se vuelve más evidente a medida que aumenta la intensidad. Incluso el efecto combinado del ejercicio con la hipertermia y la deshidratación pueden reducir el flujo sanguíneo en mayor grado (Rehrer et al., 2014).

Efectos del tipo de nutriente y las características de las bebidas/comidas sobre la función GI

Uno de los principales factores que regula el vaciado gástrico es la **concentración de CHO**; a medida que aumenta la concentración el vaciado se vuelve más lento (Rehrer, Beckers, Brouns, Hoor ten, & Saris, 1989; Rehrer et al., 2014; Vist & Maughan, 1994). El **tipo de CHO** también modifica la tasa de vaciado gástrico, debido que afecta la osmolaridad y la viscosidad (Rehrer et al., 2014), aunque esto quizás sea relevante solo para bebidas con una elevada osmolaridad (>500 mOsm/L), ya que la osmolaridad no parece ser un factor de gran importancia cuando se encuentra en el rango de 200 a 400 mOsm/L (Brouns, Senden, Beckers, & Saris, 1995). Otro factor que tiene una gran influencia sobre el vaciado gástrico es el **volumen de fluido** consumido (Noakes, Rehrer, & Maughan, 1991); el aumento del volumen, ya sea a través de la ingesta de un bolo único o ingestas repetidas, aumenta la tasa de vaciado gástrico. Si bien la tolerancia individual es bastante variable entre los sujetos, la tasa de ingesta de fluidos que suele provocar malestar gástrico ronda entre los 1000-1200 ml/hora (Mitchell & Voss, 1991; Rehrer et al., 2014).

La adición de otros nutrientes, como proteínas y grasas, produce una disminución de la tasa de vaciado gástrico, en directa relación con la *densidad energética* (Calbet & MacLean, 1997); esto reduciría la tasa de disponibilidad de agua y los CHO contenidos en la bebida. También el *estado físico del alimento* consumido afecta la tasa de vaciado gástrico, ya que los alimentos líquidos se evacúan más rápido que los sólidos (Rehrer et al., 2014), mientras que la temperatura de la bebida no parece tener una gran influencia sobre la tasa de vaciado gástrico.

La osmolaridad de una bebida con CHO (6%) cuando se encuentra dentro del rango de 200 a 400 mOsm/L tampoco parece afectar la **absorción intestinal** de fluidos (Gisolfi, Summers, Lambert, & Xia, 1998). Sin embargo, si la concentración de CHO aumenta demasiado al punto de elevar la osmolaridad por encima de los 400 mOsm/L, puede provocar un flujo de agua hacia el lumen intestinal, lo que provocaría una menor absorción intestinal de agua (Ryan et al., 1998).

El uso de *cafeína*, además de ser una ayuda ergogénica efectiva y muy popular en el deporte (Burke, 2008), ha demostrado aumentar la absorción de glucosa en el intestino sin producir efectos adversos en la función GI (Van Nieuwenhoven, Brummer, & Brouns, 2000).

Disfunción GI durante el ejercicio

Los disturbios GI durante el ejercicio son experimentados tanto por atletas recreacionales como por atletas de elite, pero sus causas no son del todo comprendidas.

La prevalencia de los síntomas GI entre los deportistas varía ampliamente; en tanto su frecuencia y severidad suelen depender de la intensidad y duración del esfuerzo, y en general son más frecuentes en ambientes calurosos (Rehrer et al., 2014).

En un estudio reciente se reportó una cantidad similar de sujetos sufriendo malestares GI durante pruebas de ciclismo y carrera (Pfeiffer et al., 2012), aunque algunos reportes suelen mencionar que este tipo de problemas sean más frecuentes durante la carrera (Rehrer et al., 2014).

Los síntomas GI, en general suelen clasificarse en superiores (i.e., gastroesofágicos) o inferiores (intestinales) (Tabla 7). El modo en el que se practica el ejercicio puede ser un factor importante para determinar el sitio en donde se experimenta el malestar. Durante la carrera suelen ser más frecuentes los síntomas inferiores, mientras que durante el ciclismo suelen ser más habituales los síntomas superiores. En general, los síntomas superiores suelen ser menores y más transitorios.

Los mecanismos subyacentes a estos problemas son, en general, especulativos, debido a las dificultades que suele imponer hacer mediciones fisiológicas durante el ejercicio, y la naturaleza transitoria y probablemente multifactorial de estos problemas.

Tabla 7. Síntomas gastrointestinales comunes asociados con el ejercicio

Síntomas	Posibles factores contribuyentes
Gastrointestinales superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación. • Flujo sanguíneo gastrointestinal alterado • Permeabilidad intestinal alterada. • Disturbios en la motilidad gastrointestinal. • Influencias psicológicas. • Agentes farmacológicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Náuseas. • Reflujo. • Vómitos. • Dolor epigástrico. • Hinchazón abdominal. • Eructos. 	
Gastrointestinales inferiores	
<ul style="list-style-type: none"> • Constipación. • Diarrea. • Pérdida de sangre rectal. • Flatulencias. • Calambres abdominales. • Urgencia por defecar. 	

Fuente: Adaptado de Rehrer & Gerrard, 2000.

Los factores mecánicos podrían explicar, al menos en parte, la diferencia entre la carrera y el ciclismo. El movimiento del intestino durante la carrera podría ser una de las causas por las que durante este tipo de ejercicio los síntomas inferiores son más comunes, mientras que la postura que se mantiene durante el ciclismo podría ser una de las causas por las cuales durante este tipo de ejercicio se reportan en mayor medida síntomas superiores.

Entre los factores fisiológicos, unos de los que más ha sido relacionado a los problemas GI es el flujo sanguíneo. Durante el ejercicio el flujo sanguíneo hacia el tubo digestivo disminuye, por lo que los síntomas GI podrían ser consecuencia de la isquemia (Rehrer et al., 2014). Incluso en los esfuerzos de resistencia prolongados, especialmente en condiciones de calor, es probable que se produzca algún nivel de deshidratación, lo cual puede aumentar el riesgo de sufrir una isquemia a nivel GI.

El consumo elevado de CHO durante el ejercicio ha sido relacionado con problemas GI, principalmente náuseas, eructos y flatulencias, aunque estos síntomas suelen ser leves a moderados. El uso de CHO de transporte múltiple (i.e., diferentes tipos de CHO que son absorbidos por diferentes transportadores a nivel intestinal) durante el ejercicio permite lograr mayores tasas de oxidación de CHO (Jentjens, Achten, & Jeukendrup, 2004), lo cual mejora el rendimiento (Currell & Jeukendrup, 2008), y permite mejorar el vaciado gástrico y la disponibilidad intestinal de fluidos y CHO (A. E. Jeukendrup & Moseley, 2010), lo que reduce los síntomas GI.

El momento y la composición de la comida previa al esfuerzo también es un factor importante a tener en cuenta, especialmente en los eventos de larga duración. Por ejemplo, en un estudio realizado con triatletas, los que hicieron una ingesta dentro de los 30' antes de comenzar vomitaron durante la fase de nado. Además, los episodios de vómito o la necesidad de vomitar fueron más frecuente entre aquellos que ingirieron mayor cantidad de grasas y proteínas en la comida previa, y consumieron bebidas muy hipertónicas, y todos los que experimentaron calambres intestinales habían consumido alimentos ricos en fibra en la comida pre-carrera (Rehrer, van Kemenade, Meester, Brouns, & Saris, 1992).

El uso de bicarbonato puede aumentar el rendimiento deportivo, pero también puede ocasionar problemas GI, como náuseas, vómitos y diarrea (Burke & Pyne, 2007).

En resumen, si bien muchos factores relacionados con los mecanismos del malestar GI durante el ejercicio no pueden ser modificados, otros sí pueden ser adaptados para minimizar estos problemas. Los deportistas deberían realizar un adecuado proceso de entrenamiento para la competencia, así como llevar adelante un proceso de aclimatación a las condiciones ambientales donde competirán. También deberían de contar con un plan nutricional individualizado y practicado previamente, que los ayude a identificar cuál sería la estrategia nutricional más adecuada para cada caso.

2.2.4 Nutrición, ejercicio y sistema inmune

El ejercicio agudo, en particular si es prolongado e intenso, produce una depresión temporaria en varios aspectos en la función inmune, cuya duración puede variar entre 3 y 24 hs, según la intensidad y duración del mismo, y según qué parámetro de la función inmune se analice (Gleeson, 2007; Nieman, 1997). Por lo tanto, el ejercicio podría ser considerado como un factor que estresa el sistema inmune y puede provocar una **inmunosupresión**, al igual que otros agentes estresantes (una cirugía, una lesión traumática, un infarto agudo de miocardio).

Durante este **período de ventana posejercicio** donde el sistema inmune se encuentra deprimido, es más factible que virus y bacterias puedan ingresar al organismo y, por lo tanto, aumenta el riesgo de infecciones. De hecho, se han asociado las perturbaciones en el sistema inmune inducidas por el ejercicio con un mayor riesgo de **infección en las vías aéreas superiores (IVAS)**, en particular durante períodos de entrenamiento exigente y durante el período de 1 a 2 semanas luego de carreras de resistencia (Nieman, 2000, 2014).

Varios agentes nutricionales han sido evaluados por sus potenciales efectos en atenuar la respuesta inmune, el estrés oxidativo y la inflamación provocada por el ejercicio. Sin embargo, la mayoría no han

sido efectivos, excepto por la suplementación con **CHO** y algunos **polifenoles** (i.e., son un grupo de sustancias químicas encontradas en frutas y verduras), tales como quercetina, β -glucanos, etcétera (Nieman, 2008, Nieman, 2014).

Los deportistas que entrenan en forma exigente, y en particular los de resistencia, están interesados en mantener su sistema inmune fuerte. Esto lo podrían lograr utilizando bebidas a base de CHO y mezclas de sustancias bioactivas (p.ej., polifenoles) que intenten disminuir el riesgo de infección, atenúen el estrés oxidativo y la inflamación inducida por el ejercicio (Nieman, 2014). A su vez, esta estrategia se podría combinar junto con otras que ayuden a mantener una óptima inmunidad y estado de salud, como por ejemplo, seguir una alimentación saludable, evitar el sobreentrenamiento, tener un adecuado sueño, evitar descensos de peso rápidos, etcétera (Nieman, 2008).

Referencias

American College of Sports Medicine. (2000). Joint Position Statement: Nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 32(12), 2130-2145.

Blanco, A. (1988). *Química biológica* (4a ed.). Buenos Aires: Edit. El Ateneo.

Brouns, F., Senden, J., Beckers, E. J., & Saris, W. H. (1995). Osmolarity does not affect the gastric emptying rate of oral rehydration solutions (Traducción propia). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 19(5), 403-406.

Brown, B. P., Ketelaar, M. A., Schulze-Delrieu, K., Abu-Yousef, M. M., & Brown, C. K. (1994). Strenuous exercise decreases motility and cross-sectional area of human gastric antrum. A study using ultrasound (Traducción propia). *Dig Dis Sci*, 39(5), 940-945.

Burke, L. M. (2000). Dietary Carbohydrates (Traducción propia). In R. J. Maughan (Ed.), *Nutrition in Sport* (pp. 73-84). Oxford: Blackwell Science.

Burke, L. M. (2008). Caffeine and sports performance (Traducción propia). *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(6), 1319-1334.

Burke, L. M., Collier, G. R., & Hargreaves, M. (1993). Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings (Traducción propia). *J Appl Physiol*, 75(2), 1019-1023.

Burke, L. M., Collier, G. R., & Hargreaves, M. (1998). Glycemic index - A new tool in sport nutrition? (Traducción propia). *Int J Sport Nutr*, 8(4), 401-415.

Burke, L. M. & Pyne, D. B. (2007). Bicarbonate loading to enhance training and competitive performance (Traducción propia). *Int J Sports Physiol Perform*, 2(1), 93-97.

Calbet, J. A. & MacLean, D. A. (1997). Role of caloric content on gastric emptying in humans (Traducción propia). *J Physiol*, 498 (Pt 2), 553-559.

Currell, K. & Jeukendrup, A. E. (2008). Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 275-281.

Datz, F. L., Christian, P. E., & Moore, J. (1987). Gender-related differences in gastric emptying (Traducción propia). *J Nucl Med*, 28(7), 1204-1207.

Degen, L. P. & Phillips, S. F. (1996). Variability of gastrointestinal transit in healthy women and men (Traducción propia). *Gut*, 39(2), 299-305.

Gisolfi, C. V., Summers, R. W., Lambert, G. P., & Xia, T. (1998). Effect of beverage osmolality on intestinal fluid absorption during exercise (Traducción propia). *J Appl Physiol* (1985), 85(5), 1941-1948.

Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise (Traducción propia). *J Appl Physiol* (1985), 103(2), 693-699.

González Ruano, E. (1986). La alimentación del deportista.: Edit. Marban.

Houmard, J. A., Egan, P. C., Johns, R. A., Neuffer, P. D., Chenier, T. C., & Israel, R. G. (1991). Gastric emptying during 1 h of cycling and running at 75% VO₂max (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 23(3), 320-325.

Jentjens, R. L., Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2004). High oxidation rates from combined carbohydrates ingested during exercise (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 36(9), 1551-1558.

Jeukendrup, A. E. & Gleeson, M. (2004). *Sport Nutrition* (Traducción propia). USA: Human Kinetics.

Jeukendrup, A. E. & Moseley, L. (2010). Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery (Traducción propia). *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 112-121.

Leiper, J. B., Broad, N. P., & Maughan, R. J. (2001). Effect of intermittent high-intensity exercise on gastric emptying in man (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1270-1278.

Leiper, J. B., Prentice, A. S., Wrightson, C., & Maughan, R. J. (2001). Gastric emptying of a carbohydrate-electrolyte drink during a soccer match (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1932-1938.

Leutholtz, B. & Kreider, R. B. (2001). Optimizing Nutrition for Exercise & Sport (Traducción propia). In T. Wilson & N. Temple (Eds.), *Nutritional Health: Strategies for Disease Prevention* (pp. 207-239). Totowa, New Jersey: Humana Press.

MacLaren, D. & Morton, J. (2012). *Biochemistry for sport and exercise metabolism* (Traducción propia). Chichester: Wiley-Blackwell.

Mahan, L. & Escott-Stump, S. (1999). *Nutrición y Dietoterapia de Krause* (9a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.



Menshikov, V. & Volkov, N. (1990). *Bioquímica*. La Habana: Edit. Científico-Técnica.

Mitchell, J. B. & Voss, K. W. (1991). The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 23(3), 314-319.

Neufer, P. D., Young, A. J., & Sawka, M. N. (1989). Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration (Traducción propia). *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 58(4), 433-439.

Nieman, D. C. (1997). Immune response to heavy exertion (Traducción propia). *J Appl Physiol (1985)*, 82(5), 1385-1394.

Nieman, D. C. (2000). Is infection risk linked to exercise workload? (Traducción propia) *Med Sci Sports Exerc*, 32(7 Suppl), S406-411.

Nieman, D. C. (2008). Immunonutrition support for athletes (Traducción propia). *Nutr Rev*, 66(6), 310-320.

Nieman, D. C. (2014). Exercise, Nutrition, and Immune Function (Traducción propia). In R. J. Maughan (Ed.), *Sport Nutrition* (pp. 478-489). Chichester, West Sussex: Wiley Blackwell.

Noakes, T. D., Rehrer, N. J., & Maughan, R. J. (1991). The importance of volume in regulating gastric emptying (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 23(3), 307-313.

O'Donovan, D., Hausken, T., Lei, Y., Russo, A., Keogh, J., Horowitz, M., & Jones, K. L. (2005). Effect of aging on transpyloric flow, gastric emptying, and intragastric distribution in healthy humans--impact on glycemia (Traducción propia). *Dig Dis Sci*, 50(4), 671-676.

Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Hodgson, A. B., Randell, R., Pottgen, K., Res, P., & Jeukendrup, A. E. (2012). Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 344-351.

Rehrer, N. J., Beckers, E., Brouns, F., Hoor ten, F., & Saris, W. H. (1989). Exercise and training effects on gastric emptying of carbohydrate beverages (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 21(5), 540-549.

Rehrer, N. J. & Gerrard, D. (2000). Gastrointestinal Function and Exercise (Traducción propia). In R. J. Maughan (Ed.), *Nutrition in sport* (pp. 241-255). Osney Mead, Oxford: Blackwell Science.

Rehrer, N. J., McLaughlin, J., & Wasse, L. K. (2014). Importance of Gastrointestinal Function to Athletic Performance and Health

(Traducción propia). In R. J. Maughan (Ed.), *Sports nutrition* (pp. 526-538). Chichester, West Sussex: Wiley Blackwell.

Rehrer, N. J., van Kemenade, M., Meester, W., Brouns, F., & Saris, W. H. (1992). Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes (Traducción propia). *Int J Sport Nutr*, 2(1), 48-59.

Ryan, A. J., Lambert, G. P., Shi, X., Chang, R. T., Summers, R. W., & Gisolfi, C. V. (1998). Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise (Traducción propia). *J Appl Physiol (1985)*, 84(5), 1581-1588.

Seebohar, B. (2011). *Nutrition periodization for athletes : taking traditional sports nutrition to the next level* (2nd ed.) (Traducción propia). Boulder, CO: Bull Publishing Co.

Thompson, J., Manore, M., & Vaughan, L. (2008). *Nutrición*. Madrid: Pearson Educación.

Van Nieuwenhoven, M. A., Brummer, R. M., & Brouns, F. (2000). Gastrointestinal function during exercise: comparison of water, sports drink, and sports drink with caffeine (Traducción propia). *J Appl Physiol (1985)*, 89(3), 1079-1085.

Vist, G. E. & Maughan, R. J. (1994). Gastric emptying of ingested solutions in man: effect of beverage glucose concentration (Traducción propia). *Med Sci Sports Exerc*, 26(10), 1269-1273.