

A.2.2

Alimentación para la salud y el rendimiento

Comprensiones del programa de estudios

A.2.2.1 Los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos) proporcionan fuentes de energía para mantener las funciones corporales durante el crecimiento, el descanso y la actividad física.

A.2.2.2 Los micronutrientes desempeñan funciones muy específicas para facilitar la transferencia de energía y la síntesis de tejidos.

A.2.2.3 El microbioma intestinal influye en la salud y el rendimiento de un individuo.

Introducción

Los humanos siempre han sabido de la importancia de los alimentos para el crecimiento y la salud. La elección de qué comer y beber está influida por las necesidades biológicas y el medio ambiente, que determina la calidad, la cantidad y el equilibrio del suministro de alimentos.

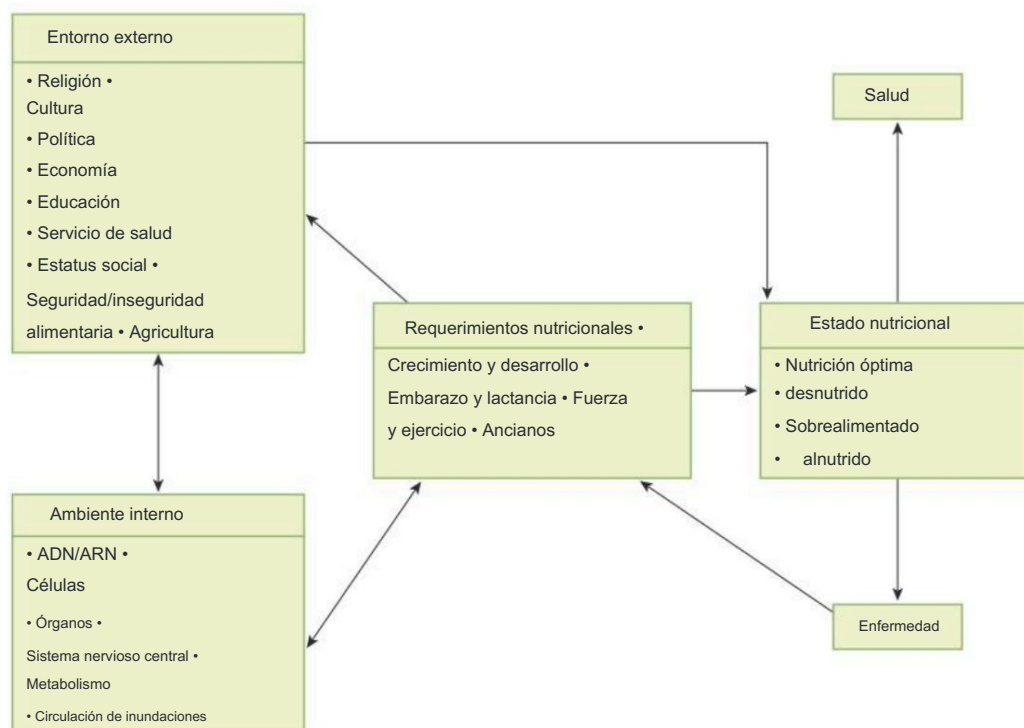
La figura 1 muestra la relación entre el ambiente interno y el ambiente externo, y los requerimientos nutricionales, el estado y la salud.

Aunque la salud también está influida por otros factores además del estado nutricional, como el estilo de vida, la nutrición es un factor poderoso y modificable para la promoción de la salud.

Un estado nutricional óptimo se traduce en un desarrollo normal, una buena salud y una alta calidad de vida. La desnutrición (hambre), la malnutrición (por ejemplo, carencia de vitaminas) y la sobrenutrición (obesidad) pueden provocar problemas de crecimiento y/o desarrollo y enfermedades.

► Figura 1 Relación entre nutrición,

Medio ambiente y salud



Los alimentos se componen de una combinación de varios nutrientes que influyen en la función del cuerpo humano. La combinación y la cantidad de nutrientes que una persona ingiere determinan la salud y el bienestar. Comemos alimentos que luego se digieren y sus nutrientes se absorben en el sistema intestinal. Los nutrientes se transportan a través del torrente sanguíneo y se metabolizan en las células de diferentes órganos. Naturalmente, los nutrientes no funcionan de forma aislada. Interactúan entre sí en los alimentos, en el sistema digestivo, en la sangre y en el sitio final de función, la célula.

Los nutrientes se clasifican en macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son nutrientes que nuestro cuerpo necesita en grandes cantidades para mantener la salud. Entre ellos se encuentran los carbohidratos, las grasas, las proteínas y el agua. Las contribuciones relativas de los macronutrientes a las funciones corporales dependen de la composición corporal, la edad y el sexo de cada individuo. Por ejemplo, las hormonas reproductivas femeninas, el estrógeno y la progesterona, pueden influir en el metabolismo de los carbohidratos y el almacenamiento de grasas (capítulo A.1.1). Los micronutrientes, las vitaminas y los minerales se requieren en cantidades más pequeñas. La función y las principales fuentes alimentarias de los macro y micronutrientes se resumen en la Tabla 1.

▼ Tabla 1 Nutrientes, fuentes de alimentos y funciones

Tipo de nutriente Fuentes alimenticias		Funciones
Macronutrientes		
carbohidrato	cereales, edulcorantes, tubérculos, legumbres, verduras, fruta, productos lácteos	combustible, almacenamiento de energía, membrana celular, ADN, ARN
grasa	carne, leche, productos lácteos, huevos, aceite de pescado, semillas de hortalizas, frutos	Combustible, almacenamiento de energía, membrana celular, hormonas, precursor del ácido biliar
proteína	secos, aceite vegetal carne, pescado, leche, productos lácteos, huevos, legumbres, cereales	Estructura, transporte, comunicación, enzimas, protección, medio combustible
agua	bebidas, frutas, verduras	para reacciones bioquímicas, transporte, termorregulación, excreción, lubricación
Micronutrientes		
vitaminas	frutas, verduras, pescado graso (como salmón, caballa), aceite de pescado, hígado de res, carne	Liberación de energía de los macronutrientes, metabolismo, salud ósea, salud sanguínea, función inmunológica, vista
minerales y oligoelementos	carne, pescado, leche, productos lácteos, sal, cereales, frutas, verduras, agua	Mineralización de huesos y dientes, transporte de oxígeno en la sangre, defensa contra los radicales libres, cofactores del metabolismo energético, función muscular, mantenimiento del equilibrio ácido-base y del equilibrio de líquidos celulares.

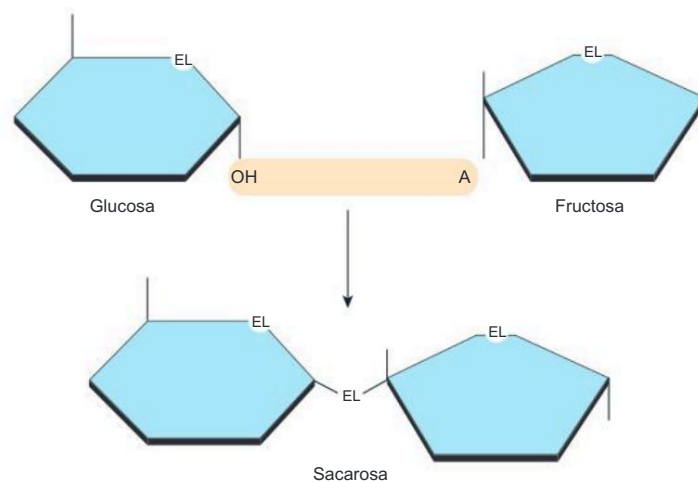
Macronutrientes

Los carbohidratos Los

carbohidratos son sintetizados por las plantas a partir del agua y el dióxido de carbono utilizando la energía del sol. Los carbohidratos son compuestos orgánicos formados por

átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Su fórmula general es $(CH_2O)_n$, donde n es el número de átomos de carbono en la molécula.

- **Monosacáridos** La forma más simple está formada por una molécula y es fácilmente absorbida por el cuerpo humano. Algunos ejemplos son la glucosa, la fructosa y la galactosa.
- **Disacáridos:** dos monosacáridos forman disacáridos con la pérdida de una molécula de agua. Por ejemplo, la sacarosa es una combinación de glucosa y fructosa (Figura 2).
- **Oligosacáridos** Son carbohidratos con tres a nueve moléculas, por ejemplo, la maltodextrina.
- **Polisacáridos** Son cadenas de moléculas con una longitud superior a 10 moléculas, por ejemplo, el almidón y el glucógeno (Figura 3).



▲ **Figura 2** Formación de sacarosa a partir de glucosa y fructosa por eliminación de agua (reacción de condensación)

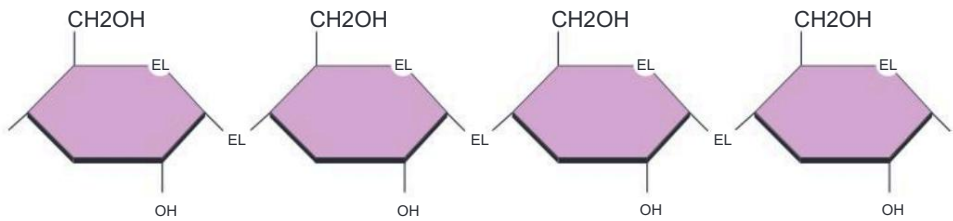
Término clave

Joule (J) Unidad de energía; en nutrición, los julios miden la energía obtenida de los alimentos que están disponibles a través de la respiración celular.

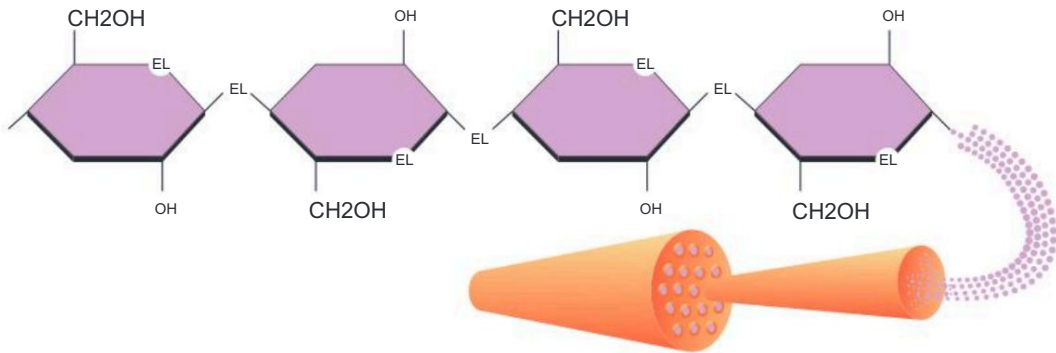
Los di-, oligo- y polisacáridos deben descomponerse en monosacáridos en el intestino antes de que puedan ser absorbidos y transportados a los órganos. Algunos oligo- y polisacáridos son indigeribles o poco digeribles y se denominan fibra dietética. Estos carbohidratos, como la celulosa, se encuentran principalmente en las paredes celulares de las plantas y desempeñan un papel importante en la prevención de enfermedades.

La función principal de los carbohidratos es actuar como combustibles metabólicos y depósitos de energía. En las células, los carbohidratos (glucosa) se oxidan y se convierten en agua y dióxido de carbono. Esta reacción produce energía que se utiliza para otros procesos metabólicos que requieren aún más energía. Todas las células vivas contienen carbohidratos y, a nivel mundial, los carbohidratos representan la fuente de energía alimentaria más extendida. En las plantas, los carbohidratos se almacenan como almidón y en los animales en forma de glucógeno. Cien gramos de carbohidratos producen 1.760 kJ (kilojulios). Más adelante en este capítulo, descubrirá que los carbohidratos son una fuente importante de energía para períodos intensos y prolongados de ejercicio.

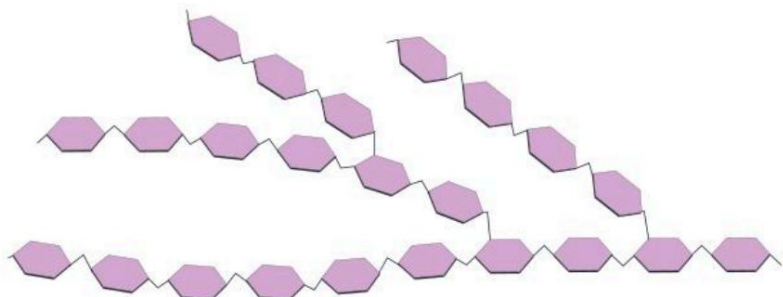
Las principales fuentes de alimentos varían en las distintas zonas del mundo. La variabilidad depende de la disponibilidad y de las preferencias culturales. En la Tabla 2 se muestra una lista de las principales fuentes de carbohidratos en diferentes países. Los carbohidratos también se utilizan para construir estructuras como las membranas celulares en el cuerpo y para sintetizar ADN y ARN.



Estructura de la amilosa, una forma de almidón, un compuesto de almacenamiento de azúcar en las plantas. Oxígeno
Los puentes unen las subunidades de glucosa.



b Estructura de la celulosa. En las fibras de celulosa, las cadenas de monómeros de glucosa se estiran
lado a lado y puente de hidrógeno en grupos -OH. Juntos, los enlaces estabilizan el
cadenas en haces que se organizan en fibras. Como muchos otros organismos, los humanos
Carecen de las en mas necesarias para digerir la celulosa, que es un componente de los alimentos deri vados de las plantas.
productos como el hilo de algodón utilizado en la confección de prendas de vestir.



c licógeno, la forma en la que se almacena el exceso de glucosa en el cuerpo humano
y otros animales . Es especialmente abundante en los músculos y la piel.

▲ Figura 3 Comparación de los polisacáridos a almidón, b celulosa y c glucógeno

▼ Tabla 2 Principales fuentes de carbohidratos en diferentes países según la Alimentación
y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

País	Fuente principal de carbohidratos
Porcelana	arroz
Perú	papa
México	maíz
Nigeria	mandioca
Italia	trigo
Papúa Nueva Guinea	batata

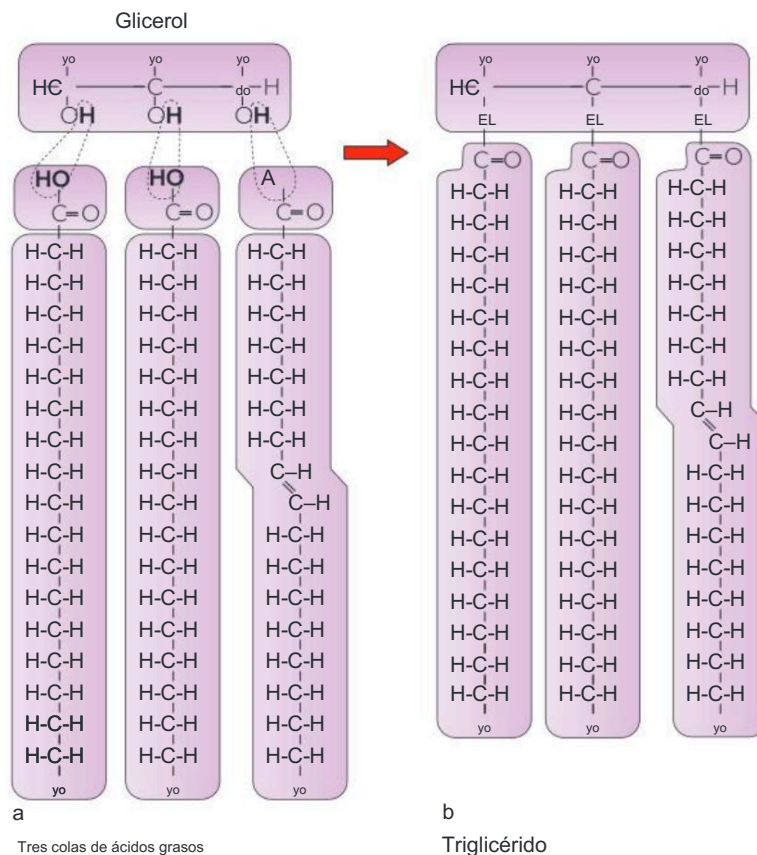
Punto clave

Los carbohidratos son los más
fuente importante de energía alimentaria
En el mundo, con diferentes alimentos.
fuentes disponibles en diferentes
países según disponibilidad
y preferencias culturales.

Los carbohidratos son importantes
fuente de energía para intensos y
períodos prolongados de ejercicio.

Lípidos

Los lípidos, que incluyen grasas y ácidos grasos, se encuentran en una variedad de fuentes animales y vegetales (Tabla 1). Las principales grasas dietéticas son los triglicéridos, los fosfolípidos y los esteroides. Los triglicéridos constituyen hasta el 95% de la grasa dietética y una molécula consta de una molécula de glicerol y tres ácidos grasos (Figura 4). Estos ácidos grasos pueden ser idénticos o una combinación de diferentes ácidos grasos. La estructura de los ácidos grasos determina la función biológica y característica de los triglicéridos.



▲ Figura 4 Formación de triglicéridos a partir de glicerol y tres ácidos grasos con eliminación de agua.

Algunos ácidos grasos se clasifican como esenciales porque nuestro cuerpo carece de las enzimas necesarias para sintetizarlos y, por lo tanto, depende de su aporte a través de los alimentos. Los ácidos grasos esenciales se encuentran en aceites vegetales como el de semillas de sésamo, maíz, linaza y nueces.

Los ácidos grasos son una cadena de átomos de carbono con hidrógeno unido y un grupo metilo (CH_3) y un grupo carboxilo (COOH) en cada extremo (Figura 4).
diferentes tipos con diferentes estructuras:

- ácidos grasos saturados (AGS) con el número máximo de átomos de hidrógeno (cuatro) en cada átomo de carbono
- Los ácidos grasos insaturados, en los que faltan dos átomos de hidrógeno, forman dobles enlaces entre dos átomos de carbono y se vuelven insaturados
- ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) con un solo doble enlace en la cadena • ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) formados por múltiples dobles enlaces

- ácidos grasos omega-3 (PUFA) que tienen su primer doble enlace ubicado entre El tercer y cuarto átomo de carbono desde el extremo metilo.
- ácidos grasos omega-6 (PUFA) que tienen su primer doble enlace ubicado entre el sexto y séptimo átomo de carbono desde el extremo metilo.

Las investigaciones han demostrado que un equilibrio óptimo de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la dieta es importante para mantener un sistema inflamatorio e inmunológico adecuado.

respuestas.

La grasa es una fuente importante de energía alimentaria. La ingesta de 100 gramos de grasa proporciona 4.000 kJ, aproximadamente tres veces más que los carbohidratos. Los triglicéridos pueden almacenarse en el tejido adiposo, que crea una reserva de energía durante un período prolongado de tiempo. Más adelante en este capítulo descubrirás que, aunque la grasa no se puede utilizar durante el ejercicio de alta intensidad, es una fuente importante de energía en el período de recuperación entre ráfagas de ejercicio de alta intensidad, así como durante el ejercicio prolongado.

Además, la grasa del tejido adiposo proporciona protección física a los órganos vitales y ayuda a controlar la temperatura corporal (aislamiento térmico). La grasa de la dieta también desempeña un papel importante en la síntesis de hormonas, vitamina D (esteroles) y membranas celulares (esteroles, fosfolípidos). Las grasas son importantes para el transporte de vitaminas liposolubles.

Punto clave

Los ácidos grasos esenciales se denominan "esenciales" porque nuestros cuerpos No podemos sintetizarlos ni crearlos, por lo que debemos obtenerlos de los alimentos que comemos.

Reflexiones de pensamiento

La fabricación de alimentos altera la grasa dietética

Las galletas, el chocolate, los pasteles y las margarinas se producen con grasa que ha sido alterada por los fabricantes de alimentos para hacerla sólida a temperatura ambiente.

Las grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, principalmente los aceites vegetales, se convierten en grasas saturadas añadiendo átomos de hidrógeno a los enlaces dobles. Este proceso se denomina hidrogenación. La hidrogenación también cambia la posición de los átomos de hidrógeno en los enlaces dobles restantes. En la forma *cis* que se encuentra en la naturaleza, los dos átomos de hidrógeno están unidos en el mismo lado del enlace doble.

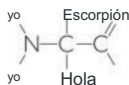
Esta forma se transforma en una forma *trans*, en la que los átomos de hidrógeno se colocan en sitios opuestos del doble enlace. Se sabe que los ácidos grasos *trans* dañan el cuerpo de la misma manera que un exceso de ácidos grasos saturados en la dieta.



▲ Figura 5 Los pasteles y las galletas contienen ácidos grasos nocivos

▼ Tabla 3 Aminoácidos esenciales

Aminoácidos esenciales
Isoleucina
Leucina
Lisina
Metionina
Fenilalanina
Treonina
Triptófano
Valina
Histidina



▲ Figura 6 Estructura básica de los aminoácidos
(R indica otro átomo o estructura molecular unida a la
átomo de carbono)

Proteínas

Las proteínas son los segundos compuestos más abundantes en el cuerpo (el agua es el más abundante). Las proteínas están formadas por aminoácidos, compuestos hechos de átomos de carbono, átomos de nitrógeno, átomos de oxígeno y átomos de hidrógeno. La mayoría de los aminoácidos se caracterizan por la misma estructura central (Figura 6) y una cadena lateral que distingue las propiedades físicas y químicas. Los aminoácidos están unidos en cadenas a través de enlaces peptídicos. Cada proteína tiene una composición característica de aminoácidos. Se han identificado veinte aminoácidos como necesarios para la síntesis de proteínas. De los veinte, nueve son esenciales y deben proporcionarse en la dieta. La Tabla 3 enumera los aminoácidos esenciales.

Los alimentos ricos en proteínas son la carne, el pescado, la leche, los productos lácteos, los huevos, las legumbres y los cereales. La calidad de las proteínas de la dieta depende de si se incluyen todos los aminoácidos esenciales. En las legumbres y los cereales encontramos proteínas que carecen de aminoácidos esenciales. Las legumbres son pobres en isoleucina y lisina. Los cereales carecen de metionina y triptófano. La calidad de estas proteínas es baja. Para evitar enfermedades, las legumbres y los cereales deben combinarse en la dieta.

Las proteínas también son una fuente de energía; el metabolismo de 100 gramos de proteína produce 1.720 kJ. La actividad funcional de las proteínas está determinada por su estructura, tamaño y forma. Las proteínas tienen una amplia gama de funciones en el organismo. Se pueden resumir en cuatro grupos funcionales:

- estructural: músculos, huesos, piel, células
- transporte/comunicación: proteínas plasmáticas, hormonas, receptores, neurotransmisores
- protectores: anticuerpos, moco, proteínas antiinflamatorias
- enzimático: digestión, vías metabólicas, transporte de O₂ y CO₂

La deficiencia de proteínas en la dieta es común en los países en desarrollo y es una causa de desnutrición. La falta de proteínas en la dieta se asocia con problemas de crecimiento y desarrollo, enfermedades potencialmente mortales y muerte. En el mundo occidental, el consumo excesivo de proteínas suele deberse a que la principal fuente de proteínas es la carne. La digestibilidad de las proteínas animales es mayor que la de las proteínas vegetales.



La ciencia como un esfuerzo compartido

Existe un acuerdo general sobre qué aminoácidos deben considerarse esenciales, pero no siempre ha sido así.

Investiga diferentes puntos de vista sobre si la histidina debe considerarse como un Aminoácido esencial. ¿Por qué es importante acordar convenciones y terminología comunes en la ciencia?

Desnutrición proteico-energética en niños

Los niños están en pleno proceso de crecimiento y desarrollo. Por ejemplo, en el primer año de vida un niño triplica su peso corporal y aumenta su estatura en un 50%. El crecimiento y el desarrollo requieren energía y proteínas que deben ser aportadas por los alimentos. Un niño necesita mucha más energía en relación con su peso corporal que un adulto. Cuando los niños no obtienen suficientes macronutrientes sufren de desnutrición proteico-energética.



Esta forma de desnutrición puede causar un desgaste extremo en el que los niños parecen "piel y huesos" (síndrome llamado marasmo), en el que los niños tienen cantidades anormales de agua debajo de la piel y en el cuerpo (síndrome llamado kwashiorkor) o en ambos (síndrome llamado kwashiorkor marasmico). Los niños que sufren desnutrición tienen más probabilidades de sufrir retrasos en el crecimiento, infecciones, discapacidades y morir a una edad temprana. La desnutrición no sólo es causada por una dieta inadecuada, sino también por factores ambientales, enfermedades infecciosas y pobreza.

1. ¿Cuáles son las consecuencias de la falta de carbohidratos, grasas y ¿Proteína en la dieta?
2. ¿Por qué los niños corren mayor riesgo de sufrir desnutrición/malnutrición?



▲ Figura 7 La nutrición es extremadamente importante en los niños

Micronutrientes

Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos vitales para la salud y el bienestar que se encuentran en frutas, verduras y algunas carnes. Son reguladoras de los procesos de liberación de energía de los alimentos y cofactores importantes en diversas reacciones químicas.

Las vitaminas se dividen en vitaminas hidrosolubles y liposolubles. Como su nombre indica, las vitaminas hidrosolubles son solubles en agua y, por lo tanto, una sobredosis de la mayoría de ellas no es tóxica para las personas sanas. Simplemente se excretan con la orina.

Por el contrario, la ingesta excesiva de vitaminas liposolubles puede provocar intoxicación, ya que pueden almacenarse en el tejido adiposo y el hígado. Sin embargo, una sobredosis de estas vitaminas es poco frecuente y solo debe considerarse en determinadas circunstancias (por ejemplo, durante el embarazo). En la Tabla 4 se enumeran las vitaminas hidrosolubles y liposolubles y sus fuentes alimentarias. Todas las vitaminas están clasificadas como esenciales y, por lo tanto, deben suministrarse a través de los alimentos.

Existen dos compuestos que se consideran vitaminas pero que pueden ser sintetizados por el organismo: la vitamina D se produce a través de precursores en la piel en combinación con la luz solar y la vitamina B, la niacina, se sintetiza a partir del aminoácido triptófano.



▲ **Figura 8** El consumo diario de frutas y verduras coloridas proporciona vitaminas esenciales importantes para la salud y el bienestar

▼ **Tabla 4** Vitaminas hidrosolubles (azul claro) y liposolubles (azul oscuro) y sus nutrientes fuentes

Vitaminas	Fuentes de alimentación
do	frutas cítricas, verduras verdes
B (como B12, ácido fólico), cereales	integrales, legumbres, semillas, verduras, carne, pescado, leche, huevos.
Y	cereales integrales, semillas, frutos secos, carnes grasas, aceites vegetales, verduras de hojas verdes
D	pescado graso, aceite de pescado, hígado, carne de res, yema de huevo
A	frutas y verduras amarillas, naranjas y rojas, verduras verdes
K	verduras de hojas verdes, leche, hígado

Principales minerales y oligoelementos Los minerales y

oligoelementos son compuestos inorgánicos que deben aportarse a través de los alimentos y los líquidos. Las principales fuentes son la carne, el pescado, la leche, los productos lácteos, los cereales y las verduras de hoja verde. Los minerales se distinguen de los oligoelementos por su presencia en el organismo: aproximadamente el 4 % de la masa corporal está constituida por minerales, mientras que los oligoelementos constituyen aproximadamente el 0,001 % de la masa corporal.

También difieren en la cantidad que se requiere en la dieta para el mantenimiento de la salud. La ingesta óptima de minerales varía entre gramos y miligramos por día y la de oligoelementos entre miligramos y microgramos por día. Los minerales y oligoelementos intervienen en procesos que van desde el mantenimiento de la salud de los huesos y la sangre hasta la liberación de energía, la función muscular y el mantenimiento del equilibrio de los líquidos celulares.

Los minerales que el cuerpo necesita son:

- calcio (Ca)
- sodio (Na)
- cloruro (Cl)
- potasio (K)
- magnesio (Mg)
- fósforo (P).

Los oligoelementos que necesita el cuerpo son:

- hierro (Fe)
- cobre (Cu)
- yodo (I)
- cromo (Cr)
- Fluoruro (F)
- manganeso (Mn)
- cinc (Zn)
- molibdeno (Mb).
- selenio (Se)

Punto clave

Los alimentos se componen de diferentes nutrientes.

que desempeñan diferentes funciones para contribuir a nuestra salud y bienestar.

Necesitamos comer una variedad de alimentos para obtener todos los nutrientes que necesitamos.

Actividades de investigación

Elija cinco de los minerales u oligoelementos enumerados y descubra cuál es la ingesta diaria recomendada de cada uno.

Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el organismo. Es importante para la formación y el mantenimiento de huesos sanos y desempeña un papel fundamental en la contracción muscular.

El calcio se almacena en el retículo sarcoplásmico de los músculos y se libera cuando se estimulan las fibras musculares. Es esencial para la formación de los puentes cruzados actina-miosina que hacen que los músculos se contraigan. Además, el calcio participa en la transmisión de impulsos/mensajes nerviosos, la activación de enzimas y la regulación de la permeabilidad de la membrana celular.

Hierro

El hierro está presente en el organismo en cantidades relativamente pequeñas. Alrededor del 66 % del hierro del organismo se encuentra en la hemoglobina de la sangre. El hierro también forma parte de la mioglobina. La hemoglobina, que se encuentra en los glóbulos rojos, se une al oxígeno en los pulmones y lo transporta a los tejidos del cuerpo. La mioglobina, que se encuentra en el sarcoplasma de las fibras musculares, tiene una gran afinidad por el oxígeno. La mioglobina se combina con el oxígeno y lo almacena hasta que se necesita.

Sodio, potasio y cloruro

El sodio, el potasio y el cloruro son electrolitos importantes en los líquidos y tejidos de todo el cuerpo.

- El sodio se encuentra principalmente en los líquidos extracelulares, como el plasma sanguíneo y El sodio es el líquido que rodea las células. El sodio interviene en la transmisión nerviosa, la contracción muscular y la regulación de la presión arterial. También favorece la absorción de nutrientes.
- El potasio se encuentra principalmente en el interior de las células (líquido intracelular). El potasio es vital para mantener el potencial eléctrico a través de las membranas celulares y ayuda al funcionamiento de los nervios y los músculos. También ayuda a la contracción muscular y a regular el equilibrio de los líquidos.
- El cloruro está presente tanto en los líquidos extracelulares como en los intracelulares. El cloruro actúa junto con el sodio para mantener el equilibrio de los líquidos y la presión osmótica. También desempeña un papel en la función nerviosa y ayuda a regular los niveles de pH en el cuerpo.

Una dieta sana y equilibrada

Los consejos dietéticos pueden ir desde dichos anecdóticos, como “una manzana al día mantiene alejado al médico”, hasta cantidades de ingesta de nutrientes derivadas de la ciencia. Una vez que se entendieron y establecieron los nutrientes esenciales, se desarrollaron consejos cuantitativos para macro y micronutrientes individuales. Este tipo de consejos dietéticos son recomendaciones dietéticas para la ingesta diaria de nutrientes de una población.

Las pautas alimentarias ofrecen consejos dietéticos más amplios para el bienestar nutricional general de cada individuo. Por ejemplo, en países como el Reino Unido, los Estados Unidos, Nueva Zelanda y Alemania existe una versión de la campaña “Cinco al día” para promover el consumo de cinco porciones de fruta y verdura al día. En Mongolia, la recomendación es de tres o más porciones de verduras y al menos dos de fruta al día. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda actualmente una ingesta diaria de fruta y verdura de 400 gramos.

Recomendaciones dietéticas

Las recomendaciones dietéticas establecen normas sobre lo que constituye una ingesta adecuada de nutrientes esenciales para promover la salud. Son elaboradas por los gobiernos.

Términos clave

Dieta equilibrada Dieta que aporta todos los nutrientes en la cantidad adecuada para mantener la salud y prevenir enfermedades por exceso o deficiencia de nutrientes.

Recomendaciones dietéticas Cantidades recomendadas de esenciales nutrientes en la dieta.

Pautas dietéticas Cantidades recomendadas de alimentos, grupos de alimentos o comidas.

y las autoridades sanitarias, basándose en evidencias científicas, para evaluar si la dieta de una población o de un subgrupo de población satisface sus necesidades nutricionales. La cantidad de nutrientes necesarios para una dieta sana y equilibrada está influida por factores como la edad, las diferencias de sexo, la composición corporal y el nivel de actividad.

- Las personas con mayores niveles de actividad física requieren más carbohidratos.
para satisfacer sus necesidades energéticas.
- Durante la infancia y la niñez, la proteína es esencial para construir tejidos y
Los carbohidratos son necesarios para apoyar el crecimiento, proporcionar energía para el juego activo y las grasas son importantes para el desarrollo del cerebro.
- En las personas mayores, las proteínas ayudan a mantener la masa muscular y ayudan a prevenir la sarcopenia (capítulo A.3.2).
- Los hombres suelen tener una tasa metabólica basal más alta y, por lo tanto, podrían necesitar un poco más de carbohidratos.
- Los hombres suelen tener una mayor proporción de masa muscular magra y, por lo tanto, podrían tener un requerimiento de proteínas ligeramente mayor.
- En las mujeres, los requerimientos nutricionales pueden verse afectados por las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual, así como por la pérdida de sangre durante la menstruación.
- Durante el embarazo y la lactancia, los requerimientos nutricionales aumentan para apoyar el crecimiento del feto en desarrollo y proporcionar nutrición al lactante.

La ingesta adecuada de nutrientes se elige de forma que se cubran las necesidades del 97,5% de la población. Sin embargo, en el caso de la ingesta total de energía, se considera un valor adecuado para el 50% de la población. Esto se debe a que, con el tiempo, incluso un pequeño desequilibrio entre la ingesta de energía y el gasto energético provocaría sobrepeso o incluso obesidad y causaría graves problemas de salud.

Los métodos utilizados para determinar los requerimientos nutricionales son:

- observación de la ingesta de nutrientes en una población sana
- observación de la ingesta de nutrientes en una población enferma
- estudios sobre el mantenimiento del equilibrio de nutrientes en el cuerpo.
- estudios que implican eliminar o agregar un nutriente en la dieta
- medición de los niveles de nutrientes en tejidos o fluidos biológicos
- medición de marcadores biológicos específicos de nutrientes
- experimentos con animales.

A nivel internacional, no existe un acuerdo sobre las recomendaciones dietéticas. Cada país prefiere recomendaciones específicas para su país. Los métodos utilizados para identificar el nivel de ingesta adecuada de nutrientes varían entre países.

La disponibilidad de nuevos datos de investigación en un país y no en otro también contribuye a que las recomendaciones dietéticas sean diferentes. Por ejemplo, la ingesta de carbohidratos como porcentaje de la ingesta energética diaria total para un adulto se establece en los EE. UU. en un 45%–65%, en Sri Lanka en un 50% y en los Países Bajos en al menos un 40%. En 2003, la OMS y la FAO desarrollaron objetivos dietéticos para los países desarrollados y en desarrollo con el fin de prevenir enfermedades crónicas a largo plazo (Cuadro 5).



Actividad 1

Una dieta equilibrada que aporte todos los nutrientes en cantidades suficientes es importante para el desarrollo y la salud humana. En algunos países y

Culturas en las que las personas no consumen carne (dieta vegetariana) o basan su dieta únicamente en alimentos de origen vegetal (dieta vegana).

1. Discuta el concepto de una
Dieta equilibrada en el contexto de
diferentes religiones y culturas.
2. Evaluar cómo las personas que
Seguir una dieta vegetariana o vegana
asegurar una dieta equilibrada.

▼ Cuadro 5 Recomendaciones dietéticas internacionales sobre grasas, carbohidratos, proteínas y sal publicadas en un informe conjunto de la OMS y la FAO

Factor dietético	Recomendación dietética (% de energía total o gramos por día)
Grasa total	15%–30%
Ácidos grasos saturados (AGS)	<10%
Ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) 6%–10%	
Ácidos grasos poliinsaturados omega-6 5%–8%	
Ácidos grasos poliinsaturados omega-3 1%–2%	
Ácidos grasos trans	<1%
Carbohidratos totales	55%–75%
Azúcares	<10%
Proteína	10%–15%
Cloruro de sodio (sal)	<5 g
Frutas y verduras	≥400 g



Actividad 2

En el cuadro 5 se muestran las recomendaciones dietéticas internacionales sobre grasas, carbohidratos, proteínas y sal. La recomendación sobre la ingesta de carbohidratos, por ejemplo, es más alta que la de un solo país desarrollado (por ejemplo, la recomendación del 45% al 65% en los EE. UU.) debido al alto riesgo de desnutrición y malnutrición en los países en desarrollo.

1. ¿Cuál podría ser la justificación para que los países utilicen sus propias recomendaciones dietéticas en lugar de las internacionales?
2. ¿Cuál es la ventaja de una recomendación dietética internacional sobre una ¿Recomendación nacional?

Pautas dietéticas

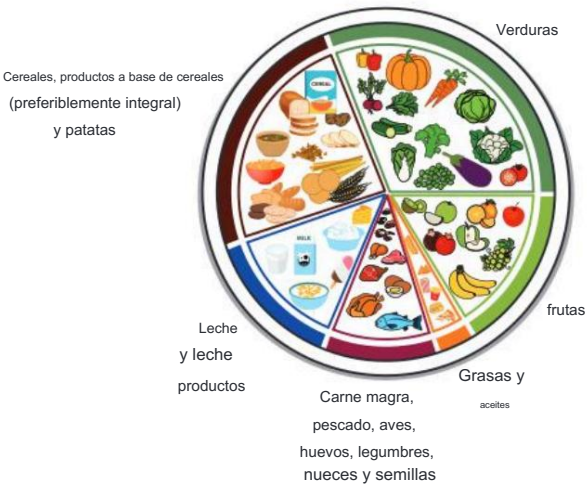
Las pautas alimentarias se centran en alimentos, grupos de alimentos o comidas y las establece un país para orientar a su población hacia una dieta sana y equilibrada. La elaboración de pautas alimentarias puede basarse en recomendaciones alimentarias, es decir, puede ser una interpretación práctica de las recomendaciones sobre la ingesta de nutrientes. Las pautas alimentarias se ven influidas por factores socioculturales del país, entre ellos:

- creencias religiosas
- normas sociales
- preferencias de preparación
- patrones de consumo de alimentos
- disponibilidad de alimentos
- seguridad alimentaria
- ingreso
- precios de los alimentos.

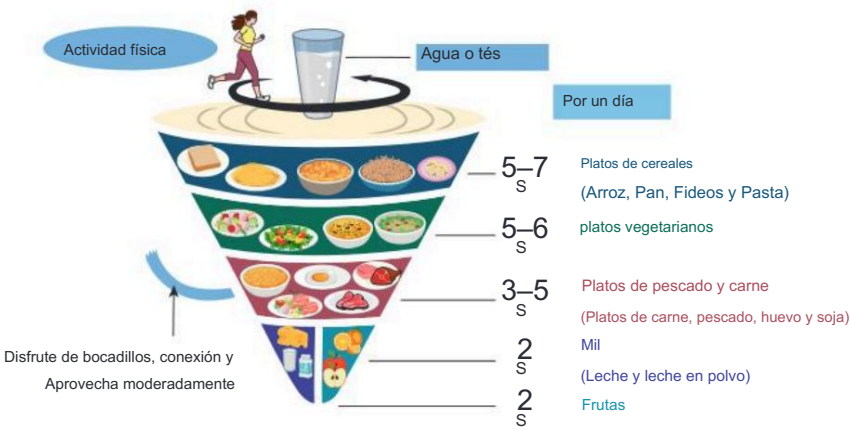
La presentación visual utilizada para las pautas dietéticas varía entre países, al igual que el asesoramiento sobre los grupos de alimentos que se deben consumir en mayor o menor medida.

La mayoría de las imágenes gráficas ilustran las proporciones de líquidos, frutas, verduras, cereales, leche, productos lácteos, huevos, carne, pescado, aceite y dulces en la dieta.

Las presentaciones visuales utilizadas incluyen una pirámide alimenticia (en Sri Lanka), una torre de alimentos (en Corea), un círculo de alimentos (en Finlandia) y un plato de comida (en el Reino Unido).



▲ Figura 9 Visualización de las directrices dietéticas específicas para Malta



▲ Figura 10 Visualización de las pautas dietéticas específicas para Japón (SV = porciones)

▼ Tabla 6 Comparación de la distribución de energía dietética diaria recomendada de Carbohidratos, proteínas y grasas para no deportistas y deportistas de resistencia

	No deportista de América del Norte		Atleta de resistencia	
Nutrientes % del peso corporal total de energía		(gkg -1)	% del peso corporal energético total	(gkg -1)
carbohidrato	45–65	3–6	55–75	6–10
proteína	10–15	0,8–1	10–35	1.2–1.4
gordo	15–30	–	20–35	–

Actividades de pensamiento

Pautas dietéticas

Las pautas alimentarias pueden variar de un país a otro, pero todas tienen como objetivo principal promover la salud de la población. En una pirámide alimentaria o una visualización similar, los grupos de alimentos que se deben consumir en mayor cantidad ocupan el área más grande y los que se deben consumir en menor cantidad ocupan un área más pequeña. Las recomendaciones sobre el agua y otras bebidas se ilustran fuera de la pirámide alimentaria.

1. Describe las diferencias entre las pautas dietéticas de los dos regiones que se muestran en las figuras 9 y 10.
2. ¿Por qué las guías alimentarias difieren entre países?
3. Con base en las visualizaciones, ¿cuáles son los principios de una alimentación saludable?
¿alimentación equilibrada?
4. ¿Qué factores podrían influir en sus necesidades nutricionales individuales?

Estrategias nutricionales para deportistas

La ingesta nutricional puede tener un efecto profundo en el rendimiento del ejercicio; la ingesta de carbohidratos puede tener un efecto particularmente notable.

Actividades de pensamiento

Recomendaciones específicas para cada población: deportistas de resistencia frente a no deportistas

Un nivel óptimo de nutrición es esencial para la salud y el rendimiento de un deportista. La dieta de un deportista debe satisfacer sus mayores necesidades fisiológicas.

Las diferencias más importantes entre una persona no deportista y un deportista son los mayores requerimientos de energía y líquidos de los deportistas.

Además de la variación debida a la composición corporal, la edad y las diferencias de sexo, las necesidades nutricionales de los deportistas varían según el tipo de deporte y entre los periodos de entrenamiento, competición y recuperación. Por ejemplo, un deportista de resistencia (como un corredor de maratón) necesita más hidratos de carbono que un no deportista para cubrir sus necesidades energéticas y retrasar la aparición de la fatiga. La mayor parte de su ingesta energética diaria total procede de hidratos de carbono. Esto significa que hay una ingesta energética proporcionalmente menor procedente de proteínas y grasas (Tabla 6).

Sin embargo, la ingesta de proteínas debe aumentarse ligeramente en los atletas de resistencia para mantener, desarrollar y reparar la masa muscular y el tejido conectivo. También se requiere un poco más de proteínas para sintetizar ciertas hormonas y enzimas. Las recomendaciones de grasas en la dieta para los atletas de resistencia también son ligeramente más altas que para los no atletas. Esto se debe a que la grasa de la dieta es una fuente de energía, vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales, que son cruciales para el rendimiento atlético. Los atletas de resistencia también necesitan beber para reemplazar el líquido perdido a través del sudor. Dado que los atletas de resistencia sudan más que los no atletas, su ingesta de agua es mayor.

Carbohidratos para el rendimiento

Los carbohidratos son utilizados tanto por el sistema aeróbico como por el anaeróbico para sintetizar ATP. Esto significa que los carbohidratos juegan un papel clave en la contracción muscular.

en un espectro muy amplio de intensidades de ejercicio. Esto puede abarcar desde ejercicios de alta intensidad y corta duración que duran menos de un minuto hasta esfuerzos de resistencia de mayor duración que duran varias horas, como correr una maratón.

A pesar de la importancia del glucógeno para el trabajo muscular, la cantidad de hidratos de carbono en el organismo es relativamente pequeña: unos 400 g en el músculo, 100 g en el hígado y unos pocos gramos circulando en la sangre. Como la densidad energética es relativamente baja (1.760 kJ 100 g⁻¹ frente a los 4.000 kJ 100 g⁻¹ de la grasa), representa una fuente limitada de energía.

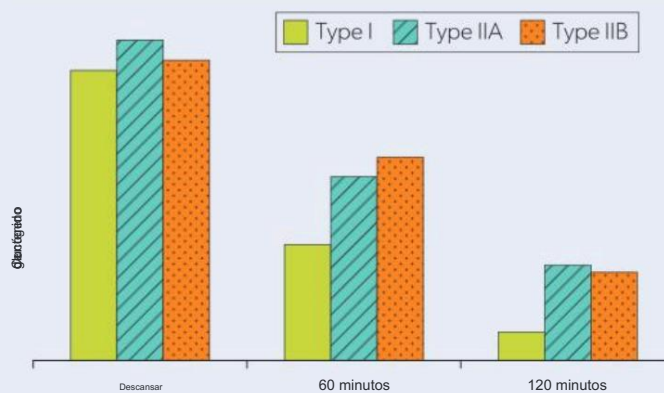
En personas sanas y activas hay suficiente glucógeno como para permitir entre una hora y media y dos horas de actividad continua. Sin embargo, la intensidad del ejercicio puede afectar la forma en que se utiliza el glucógeno.

Durante el ejercicio de intensidad moderada, la mayor parte del trabajo muscular se debe a la activación de las fibras musculares de contracción lenta. Las fibras musculares de contracción lenta (tipo I) tienen una mayor resistencia aeróbica y son adecuadas para actividades de resistencia de baja intensidad. A medida que aumenta la intensidad, también se reclutan fibras musculares de contracción rápida. Las fibras musculares de contracción rápida (tipo II) son más adecuadas para la actividad anaeróbica y desempeñan un papel importante en la actividad de alta intensidad. Dado que el glucógeno solo se utiliza para el metabolismo energético dentro de las células en las que se almacena, la intensidad del ejercicio cambia el patrón de uso del glucógeno dentro de un músculo.

La figura 11 muestra cómo se agota el glucógeno en las fibras de tipo I, pero queda más glucógeno muscular en las fibras musculares de contracción rápida después de un largo período de ciclismo moderado. Esto se debe a que las fibras de contracción más lenta se habrían activado.

Dado que la glucólisis es una vía metabólica muy rápida, tiene el potencial de consumir glucógeno muy rápidamente. Un ejercicio de ciclismo a máxima potencia de tan solo 30 segundos puede reducir sustancialmente las reservas de glucógeno.

Reflexiones de pensamiento



▲ **Figura 11** Contenido relativo de glucógeno muscular de las fibras musculares de contracción lenta y rápida antes, durante y después de 2 horas de ejercicio de ciclismo de intensidad moderada

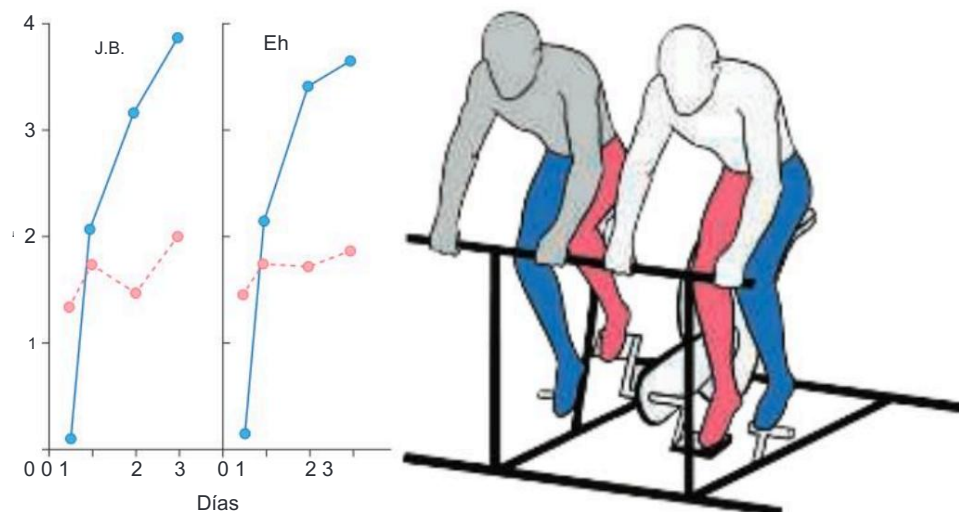
Aplicando lo que sabe sobre la activación de las diferentes fibras musculares, ¿cómo podría cambiar el patrón de uso de glucógeno en las fibras musculares de contracción rápida y lenta si en su lugar se realizara ejercicio más intenso y de menor duración?

Reflexiones de pensamiento

¿Cómo podríamos acceder al músculo para medir su contenido de glucógeno?

La figura 12 muestra los datos de un estudio clásico de fisiología del ejercicio en 1966.

Jonas Bergström (JB) y Eric Hultman (EH) se sentaron en lados diferentes de la misma bicicleta estática, el primero girando el pedal izquierdo con el pie derecho y apoyando el izquierdo, y su compañero haciendo lo contrario. Se midieron los niveles de glucógeno muscular en cada pierna de ambos ciclistas antes y después de pedalear con una sola pierna hasta que se agotaron. Durante la recuperación, durante los 3 días siguientes, los ciclistas consumieron una dieta rica en carbohidratos.



▲ **Figura 12** Contenido de glucógeno de cada pierna de dos ciclistas (JB y EH) inmediatamente después de agotar el ciclismo con una pierna y durante 3 días de recuperación (Bergström, Hultman, 1966)

El estudio demostró varios conceptos importantes.

- El glucógeno muscular se utiliza localmente dentro del músculo en el que se almacena.
- El agotamiento del glucógeno está relacionado con la fatiga y el agotamiento; cuando los carbohidratos se limitan, el ejercicio se limita o se evita. La fatiga y la disminución de la capacidad de ejercicio cuando se agotan los carbohidratos a veces se denominan "chocar contra la pared" por los atletas que experimentan esto.

Además, el estudio sugirió que:

- La ingesta elevada de carbohidratos durante la recuperación puede restaurar las reservas de glucógeno en 24 horas.
- el descanso y la ingesta de carbohidratos dan lugar a una "supercompensación" donde se almacena glucógeno adicional; en este ejemplo, las reservas de glucógeno tienen más del doble de los niveles iniciales observados en las piernas descansadas.

La investigación de Bergström y Hultman dio origen a la idea de que la ingestión de carbohidratos puede aumentar las reservas de glucógeno muscular. Se puede lograr un efecto similar simplemente reduciendo el entrenamiento y aumentando la ingesta de carbohidratos; esto evita la necesidad de un ejercicio duro para vaciar los músculos de glucógeno. Este proceso es conocido por los atletas como carga de carbohidratos, carga de carbohidratos o carga de carbohidratos. Algunos atletas lo hacen porque una mayor reserva de glucógeno representa una mayor reserva de energía; esto permite que el ejercicio continúe durante más tiempo antes de que la reserva de glucógeno se agote. Este retraso de la fatiga puede ser de particular valor en eventos de resistencia de larga duración o situaciones de tipo torneo donde el glucógeno puede escasear. Sin embargo, mientras que el vínculo entre la carga de carbohidratos y el rendimiento ha sido bien documentado en hombres, mucha menos investigación ha examinado la eficacia de la carga de carbohidratos para mujeres. Existe cierta evidencia de que esto puede variar según la fase del ciclo menstrual y los cambios hormonales. Se necesita más investigación sobre la carga de carbohidratos en atletas femeninas.

Si el deporte lo permite, es posible ingerir alimentos o beber líquidos que contengan carbohidratos durante el ejercicio o en los descansos. Esto aumenta el suministro de glucosa en la sangre, que puede ser absorbida por los músculos y utilizada como sustrato. Mantener la glucemia en sangre ayuda a reducir el nivel percibido de esfuerzo y mantiene la concentración, dos factores que pueden beneficiar el rendimiento.

Reflexiones de pensamiento

Se ha observado que el equipo de rugby de Fiji rara vez ha tenido el nivel esperado en las principales competiciones, a pesar de una preparación y un entrenamiento aparentemente adecuados. La fatiga en la segunda mitad de los partidos puede ser un factor. Una de las razones de esto podría ser el agotamiento del glucógeno.

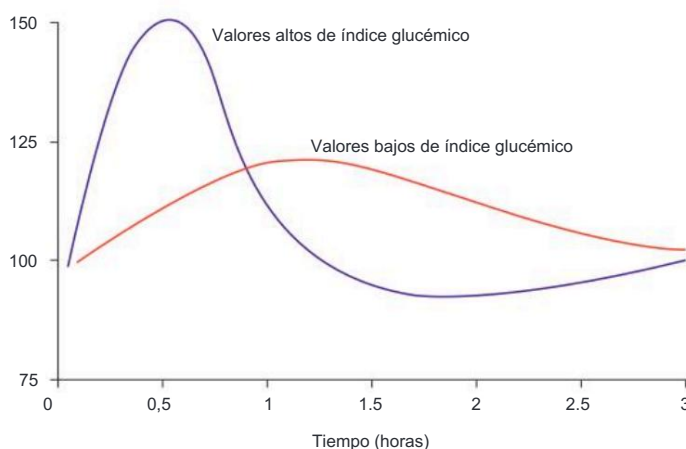
Una encuesta sobre los hábitos alimentarios del equipo de rugby de Fiji indicó que consumían cantidades insuficientes de carbohidratos para mantener una intensidad alta de ejercicio durante toda la duración de un partido de rugby. Esto puede deberse a las preferencias alimentarias locales y a su disponibilidad (Lako et al., 2010).

Tipos de carbohidratos Un aporte

abundante de alimentos que contengan carbohidratos es importante en la vida de los deportistas. Sin embargo, ¡no todos los alimentos que contienen carbohidratos son iguales!

La estructura física de los alimentos y la forma química de los carbohidratos que contienen influyen en la eficiencia con que se extraen los carbohidratos y en la velocidad y el grado en que aumenta la concentración de glucosa en la sangre después de la ingestión.

Un método para clasificar los alimentos se denomina índice glucémico (IG). Si se ingieren diversos alimentos que contienen carbohidratos, incluso si contienen la misma cantidad de carbohidratos, la velocidad de aparición de estos en la sangre puede ser muy diferente (Figura 13).



▲ Figura 13 Efecto sobre la glucosa en sangre de los alimentos con un IG alto y bajo

El IG representa la capacidad de un alimento que contiene 50 gramos de carbohidratos para elevar la glucosa en sangre en comparación con una dosis de referencia de 50 gramos de carbohidratos, generalmente administrada en forma de glucosa o pan blanco; estos tienen un IG de 100. Los alimentos azucarados tienden a tener un IG alto, mientras que los alimentos ricos en fibra y aquellos que requieren una mayor digestión física y química tienen valores más bajos.

▼ Tabla 7 Valores de IG de la Tabla Internacional de índice glucémico y glucemia
valores de carga

Alimento	valor IG
Coca Cola así que bebe	58
Arroz blanco	50–70
Leche de vaca entera	30
Miseria	14
Barra deportiva (Power Bar)	56
Manzana cruda	38
Zanahorias crudas	16
Zanahorias, hervidas	30–50



Actividad 3

Busque en Internet una tabla internacional de valores IG para alimentos de alrededor del mundo.

1. ¿Puedes determinar si tuviste un desayuno con un IG bajo o alto este día?
¿mañana?
2. ¿Puedes especular sobre si un desayuno con un IG alto o bajo es mejor para una persona?
¿Mañana de tareas escolares?

Punto clave

Los carbohidratos son una fuente importante de energía para los deportistas, ya que son se utiliza en diferentes tipos de producción de energía. Los atletas pueden optar por comer grandes cantidades de alimentos ricos en carbohidratos antes del entrenamiento o la competición para aumentar las reservas de glucógeno. Asimismo, pueden comer grandes cantidades después del entrenamiento o competencia para reemplazar lo usado.



Pregunta de enlace

¿Cómo debe vincularse la periodización nutricional al entrenamiento?
programas? (A.3.1)

Considerar:

- objetivos de entrenamiento
- requerimientos de nutrientes
- proporciones de macronutrientes
- momento de la ingesta de nutrientes
- ingesta de nutrientes a medida que avanza el programa de entrenamiento.

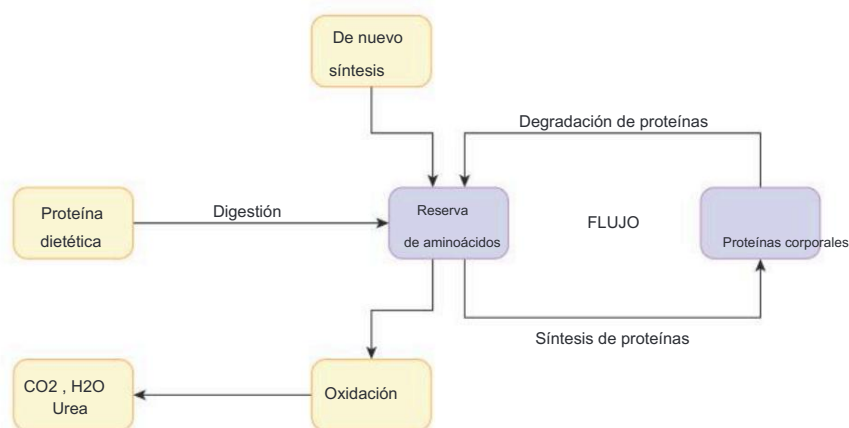
Recuperación del entrenamiento

Los mismos principios que permiten la carga de carbohidratos se pueden aplicar a la recuperación después del ejercicio. Cuando los atletas terminan una sesión de entrenamiento, es posible que ya estén pensando en la siguiente; esta puede ser al día siguiente o incluso más tarde el mismo día. Por ello, es importante mantener niveles elevados de glucógeno muscular y reponer rápidamente el que se ha utilizado durante el entrenamiento. Son los alimentos con un IG alto los que proporcionan la forma más rápida y eficaz de reponer el glucógeno.

Proteína para el rendimiento

A diferencia de las grasas y los carbohidratos, no existe capacidad de almacenamiento de proteínas en el cuerpo. Toda proteína tiene una función biológica específica (por ejemplo, como enzimas o proteínas estructurales, como los músculos). Todas las proteínas de nuestro cuerpo se encuentran en un estado de flujo, es decir, las moléculas se descomponen constantemente en sus aminoácidos constituyentes y se resintetizan (Figura 14).

La pérdida constante de aminoácidos del cuerpo junto con la falta de almacenamiento significa que se requiere una ingesta diaria regular de proteínas para mantener la función biológica y la salud. El nivel actual de ingesta recomendado para adultos sanos es de 0,8 gramos por kilogramo de masa corporal por día ($0,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$).



▲ Figura 14 Procesos de recambio de proteínas y aminoácidos

Influencia del entrenamiento de fuerza y del entrenamiento de resistencia

En determinados grupos, como en el caso de los niños en crecimiento, de las personas que se recuperan de una enfermedad o de las madres lactantes, las necesidades básicas de ingesta de proteínas pueden aumentar en determinados momentos. También aumentan las necesidades en deportistas que realizan entrenamientos de fuerza y resistencia.

La Tabla 8 muestra cómo se utilizan las proteínas en diferentes grupos de personas.

▼ Tabla 8 Uso de proteínas en diferentes grupos de personas

Población	Aminoácido oxidación	Reparación muscular	Hipertrofia muscular	Requerimiento de proteína en la dieta ($\text{g kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$)
personas no entrenadas				0,8
deportistas de resistencia				1.2–1.4
Atletas de fuerza				1.2–1.7

Reflexiones de pensamiento

¿Qué es un vegetariano?

La Unión Vegetariana Internacional define el vegetarianismo como “una dieta derivada de plantas, incluyendo hongos, algas y sal, y excluyendo cualquier carne animal, con o sin el uso de productos lácteos, huevos y/o miel”.

¿Cuántos de tus compañeros de clase son vegetarianos? ¿Por qué han decidido seguir esta dieta?



Internacional
Vegetariano
Unión

▲ Figura 15 El logotipo de la Unión Vegetariana Internacional

Ayudas ergogénicas nutricionales

Las bebidas, barras y geles deportivos son productos pensados como un medio cómodo para ingerir líquidos y/o macronutrientes en un entorno de ejercicio cuando la comida “normal” puede resultar poco práctica.

También existen numerosos compuestos y suplementos que no se basan en componentes esenciales de la dieta y que se comercializan como suplementos comerciales de nutrición deportiva. Sin embargo, existen pocas “soluciones rápidas” reales en nutrición deportiva y solo unos pocos de estos productos están respaldados por evidencia sólida (Tabla 9).

▼ Tabla 9 Suplementos dietéticos

Mecanismo de acción del suplemento	Dosificación	Beneficios	Efectos adversos	
cafeína	Estimulante del SNC que puede reducir la sensación de malestar y esfuerzo. durante el ejercicio continuo y aumentar la producción de fuerza durante el ejercicio de tipo fuerza	2–6 mg por kg de masa corporal antes o durante el ejercicio. La sensibilidad varía entre individuos.	Aumenta el rendimiento del ejercicio en una variedad de intensidades de ejercicio.	Ansiedad, insomnio, diurético suave, ligeramente adictivo.
creatina	Aumenta el contenido de creatina muscular, facilita la resíntesis rápida de fosfato de creatina en el período de descanso durante el ejercicio repetido de alta intensidad. La ingestión de creatina también puede aumentar los efectos del entrenamiento de fuerza al estimular el anabolismo muscular, un	15–20 g por día durante 4–7 días, seguido de una dosis de mantenimiento de 2 g por día	Beneficios del ejercicio que se basa en la Sistema energético de fosfato de creatina como deportes de fuerza, potencia y velocidad.	El aumento de masa corporal puede ser perjudicial para alguno
bicarbonato	amortiguador que aumenta el pH de la sangre. Puede mejorar la tolerancia durante el ejercicio de alta intensidad al reducir la acidez en las células musculares (y el torrente sanguíneo).	0,3 g por kg tomado antes del ejercicio	aumenta el rendimiento durante el ejercicio de alta intensidad que dura entre 1 y 7 minutos	malestar gastrointestinal

Estudios de investigación

El Instituto Australiano del Deporte tiene un programa de suplementos destinado a asesorar a los atletas australianos sobre la mejor manera de incorporar alimentos y suplementos deportivos a sus planes de nutrición.

Busque en Internet para obtener más información sobre lo que recomienda el Instituto Australiano del Deporte.

Estudios de investigación

Están surgiendo otros suplementos que adquieren importancia.

- Beta-alanina
- L-Arginina
- Nitrato

¿Cómo funcionan estos suplementos y quién podría beneficiarse de tomarlos?



Pregunta de enlace

¿Cómo puede un atleta gestionar la ingesta de combustible y líquidos durante una competición para minimizar la aparición de fatiga? (A.3.1 HL)

Considerar:

- ingesta nutricional e hidratación planificadas con antelación al evento
- empezar el evento bien hidratado
- durante el evento, consumir carbohidratos
- beber líquidos regularmente durante todo el evento
- elegir bebidas deportivas que contengan carbohidratos y electrolitos
- practicar estrategias de nutrición e hidratación durante el entrenamiento.

Molestias gastrointestinales

Los problemas gastrointestinales son comunes, especialmente en atletas de resistencia, y son quizás la causa más común de bajo rendimiento en eventos de resistencia.

Los síntomas incluyen náuseas, vómitos y diarrea, y estos no sólo pueden tener efectos negativos en el rendimiento sino también un impacto en la recuperación posterior.

Muchas de las funciones gastrointestinales no se ven afectadas por el ejercicio de baja intensidad, pero sí se ven afectadas progresivamente con intensidades más altas. Las principales causas de los síntomas gastrointestinales son de naturaleza fisiológica, mecánica o nutricional.

Fisiológico: durante el ejercicio, el flujo sanguíneo al intestino disminuye, y este suele reconocerse como el principal mecanismo de aparición de los síntomas.

Mecánica: las causas mecánicas de los problemas gastrointestinales están relacionadas con el impacto o la postura. Por ejemplo, los síntomas son más comunes en los corredores.

que en los ciclistas, probablemente como resultado de la mecánica repetitiva de alto impacto de correr y el daño posterior al revestimiento intestinal. También se cree que este empujón gástrico repetitivo contribuye a los síntomas gastrointestinales inferiores, como la atulencia, la diarrea y la necesidad repentina de correr al baño para vaciar los intestinos (urgencia). La postura también puede tener un efecto sobre los síntomas gastrointestinales. Por ejemplo, en una bicicleta, los síntomas gastrointestinales superiores son más frecuentes, posiblemente debido al aumento de la presión en el abdomen debido a la posición de ciclismo, particularmente cuando se está en la posición "aerodinámica". "Tragar" aire como resultado del aumento de la respiración y beber de botellas de agua también puede provocar malestar estomacal de leve a moderado.

Nutrición: la nutrición puede tener una fuerte influencia en el malestar gastrointestinal, aunque muchos de los problemas pueden ocurrir en ausencia de ingesta de alimentos antes o durante el ejercicio. El consumo de fibra, grasa, proteínas y fructosa se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollar síntomas gastrointestinales.

La deshidratación también puede empeorar los síntomas.

Los consejos para los deportistas incluyen:

- evitar alimentos con alto contenido en fibra durante el día o incluso días antes de la competición
- evitar la aspirina y algunos medicamentos antiinflamatorios, como el ibuprofeno, porque ambos pueden aumentar la permeabilidad intestinal y pueden aumentar la incidencia de molestias gastrointestinales
- evitar los alimentos con alto contenido de fructosa (en particular, las bebidas que contienen exclusivamente fructosa), pero una combinación de fructosa y glucosa puede no causar problemas o ser mejor tolerada
- evitar la deshidratación (iniciar el ejercicio bien hidratado)
- Elija bebidas con concentraciones más bajas de carbohidratos para evitar niveles muy altos concentraciones en el estómago
- practicar estrategias nutricionales, para determinar qué funciona y qué no, y reducir las posibilidades de sufrir síntomas gastrointestinales.

Se necesita más investigación para comprender mejor las causas de los problemas gastrointestinales y mejorar las recomendaciones a los deportistas.

Sin embargo, sabemos que la fatiga, los trastornos del estado de ánimo, el bajo rendimiento y el malestar gastrointestinal son comunes entre los atletas durante el entrenamiento y la competición. Cada vez más atletas de élite parecen estar sufriendo molestias gastrointestinales que pueden estar relacionadas con el intestino.




Los estudiantes que cursen el curso de nivel superior considerarán cómo el microbioma intestinal influye en la salud y el rendimiento de las personas más adelante en este capítulo.

LEA y RED-S

ESO

La participación en actividades físicas, ejercicios y deportes (de élite y recreativos) puede traer beneficios para la salud cuando el cuerpo está adecuadamente alimentado con suficiente energía. Sin embargo, no consumir suficiente energía puede llevar a un estado de baja disponibilidad energética (LEA). La disponibilidad energética se define como la ingesta de energía alimentaria menos el gasto energético del ejercicio dividido por la masa libre de grasa (MLG). La LEA puede ser causada por conductas alimentarias desordenadas y/o ejercicio excesivo, por ejemplo durante el entrenamiento o la competencia.

La figura 16 indica tres estados diferentes posibles, y la fila central resalta al atleta con disponibilidad energética (AE) adecuada, es decir, una ingesta energética suficiente para cubrir las demandas del ejercicio y las funciones diarias.

Ingesta de energía		Demandas energéticas del ejercicio	Energía para las funciones diarias	
Ingesta insuficiente de energía	Demasiado bajo	Demandas regulares de energía	No hay suficiente energía para las funciones diarias	
Aporte energético equilibrado con Necesidades energéticas	Equilibrado con demandas de energía	Equilibrado con ingesta de energía	Energía suficiente para las funciones diarias	
Excesivo ejercicio	Ingesta regular de energía	Demasiado alto	No hay suficiente energía para las funciones diarias	

▲ Figura 16 Escenarios de disponibilidad energética con potencial de generar LEA

La EA puede considerarse conceptualmente como la energía restante después del ejercicio para el funcionamiento fisiológico normal (como la termorregulación y el crecimiento celular). Se cree que la EA óptima para que las atletas biológicamente femeninas puedan tener funciones fisiológicas saludables es de 45 kcal por kilogramo de masa corporal libre por día.

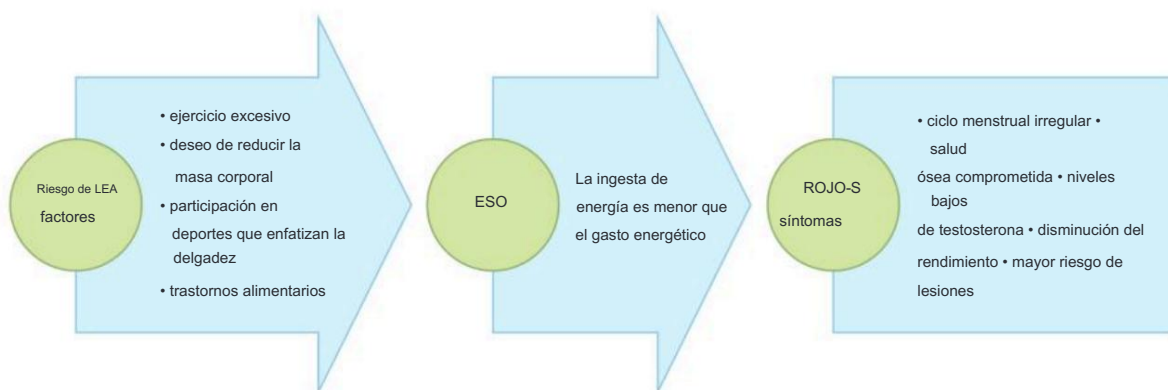
La LEA para una atleta biológica femenina se ha definido como un nivel de EA por debajo de 30 kcal kg⁻¹ de masa corporal libre por día. La EA óptima es menos clara para los atletas biológicamente masculinos.

ROJO-S

Con el tiempo, la deficiencia energética relativa en el deporte (RED-S, por sus siglas en inglés) causada por una disminución en la ingesta de energía alimentaria y/o un aumento en el gasto de energía durante el ejercicio puede conducir a una afección llamada deficiencia energética relativa en el deporte (RED-S, por sus siglas en inglés). La RED-S es una afección en la que el desequilibrio energético conduce a una función fisiológica deficiente de múltiples sistemas orgánicos. Las consecuencias de la RED-S tanto para la salud como para el rendimiento pueden ser graves.

La función fisiológica deteriorada causada por la deficiencia energética relacionada con el síndrome RED-S incluye, entre otras, la tasa metabólica, la función menstrual, la salud ósea, la inmunidad, la síntesis de proteínas y la salud cardiovascular.

La figura 17 muestra algunos de los factores de riesgo asociados con una disminución de la ingesta de energía alimentaria.



▲ Figura 17 Factores de riesgo de LEA que conducen a RED-S y consecuencias para los deportistas

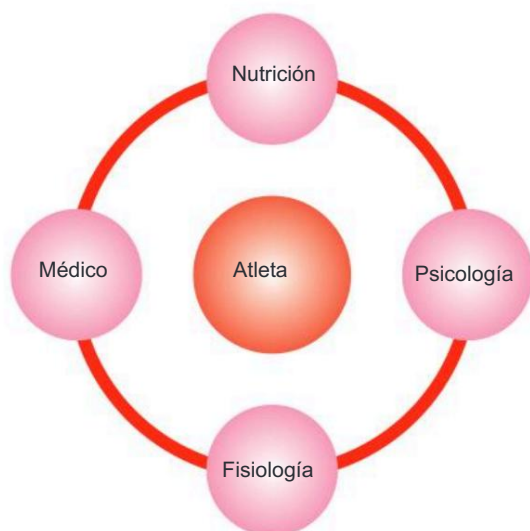
Riesgo de RED-S para deportistas

Debido a las importantes demandas energéticas asociadas con la actividad física sostenida, los deportistas son más susceptibles a sufrir LEA y, por lo tanto, RED-S, en comparación con las personas menos activas físicamente. RED-S puede afectar a los deportistas independientemente de las diferencias de sexo, con amenazas tanto a corto como a largo plazo para la salud y el rendimiento de los deportistas.

Algunos investigadores han informado de que el riesgo de LEA oscila entre el 14% y el 63% en la comunidad atlética, y que los atletas que participan en deportes que son sensibles al peso y hacen hincapié en la delgadez tienen el mayor riesgo de LEA, por ejemplo, atletismo, carreras de campo a través, ciclismo, lucha libre, gimnasia, remo y natación sincronizada. En los deportes "delgados", se cree que una mayor relación potencia-masa corporal contribuye a un rendimiento óptimo. Un estudio de 2021 de atletas australianas biológicamente femeninas de élite y pre-élite (rango de edad de 15 a 32 años) de una variedad de deportes (atletismo, remo, boxeo, levantamiento de pesas, baloncesto, triatlón, waterpolo y netball) encontró que casi el 80% de los participantes tenían al menos 1 síntoma de RED-S, mientras que casi el 40% tenía al menos 2 síntomas. Un estudio de 2022 sobre animadoras de competición universitarias de Estados Unidos (rango de edad de 19 a 21 años) mostró que el 100 % de las animadoras tenían LEA (es decir, menos de 30 kcal kg⁻¹ FFM día⁻¹), similar a otro estudio que involucraba a nadadoras sincronizadas. Otro estudio de 2022 examinó una base de datos de investigación de 150 atletas competitivos eslovenos. La mayoría (87 %) de los atletas tenían al menos 1 síntoma de RED-S, y solo el 9 % de las atletas biológicamente femeninas y el 18 % de los atletas biológicamente masculinos no tenían ningún síntoma de RED-S. Desde una perspectiva de rendimiento deportivo, el 85 % mostró signos asociados con una disminución del rendimiento atlético. Algunas de las posibles consecuencias del RED-S para el rendimiento se muestran en la Figura 17.

Tratamiento de RED-S

El tratamiento del síndrome de fatiga crónica debe tener en cuenta factores nutricionales, psicológicos, fisiológicos y médicos con el objetivo de aumentar la actividad física aumentando la ingesta de energía o disminuyendo el gasto energético durante el ejercicio, o ambos. Desde una perspectiva sanitaria más amplia, es necesario aumentar la concienciación y la educación sobre el síndrome de fatiga crónica, ya que la promoción de la actividad física es una parte fundamental de la estrategia de salud pública.



▲ **Figura 18** El tratamiento del RED-S se basa en un enfoque multidisciplinario para educar y apoyar al deportista.

Puntos clave

- RED-S es el resultado de una ingesta insuficiente de energía y/o un gasto excesivo de energía a lo largo del tiempo.
- RED-S conduce a un rendimiento subóptimo y a problemas de salud potencialmente graves. consecuencias.
- Es necesario identificar a los atletas en riesgo de RED-S, independientemente de Diferencias de sexo. Sigue habiendo una laguna en nuestra comprensión de RED-S en atletas biológicamente masculinos.
- Se debe lograr una mayor concienciación para prevenir el RED-S a través de Iniciativas educativas para deportistas y entrenadores. Aún queda mucho por aprender sobre los riesgos psicológicos y fisiológicos para la salud y los efectos a largo plazo del RED-S en el rendimiento.
- El tratamiento se basa en un enfoque multidisciplinario para educar y apoyar al deportista. Es necesario desarrollar más directrices prácticas para el tratamiento y el retorno seguro a la actividad deportiva de los deportistas con síndrome de Red-S, a fin de mejorar la salud y el rendimiento de los deportistas.



Modelos

El diagnóstico de RED-S ha sustituido a un modelo anterior conocido como la tríada de la atleta femenina (FAT). La limitación de la FAT era que este modelo excluía a cualquier persona que no fuera mujer. El modelo clínico RED-S fue descrito por primera vez por el Comité Olímpico Internacional (COI) en 2014 e incorpora la FAT.



Actividad 4

1. ¿En qué deportes los atletas son más susceptibles al riesgo de desarrollar LEA y a las consecuencias para la salud y el rendimiento del RED-S?
2. ¿Cuál podría ser el primer signo de mala salud ósea debido a LEA en ciclistas?
¿Y por qué?
3. ¿Por qué los bailarines podrían tener mayor riesgo de padecer RED-S?
4. Si bien tener un trastorno alimentario aumenta el riesgo de desarrollar RED-S, un deportista con RED-S no necesariamente tiene un trastorno alimentario. ¿A qué se debe esto?

El microbioma intestinal El intestino

alberga billones de microorganismos que desempeñan funciones fundamentales en muchos aspectos de la biología humana, incluido el metabolismo, los sistemas nervioso y endocrino y la función inmunológica.

El microbioma se refiere al conjunto de genomas de todos los microorganismos del medio ambiente. La palabra microbiota se utiliza para referirse a los microorganismos, incluidas bacterias, virus, hongos y parásitos, que se encuentran en un entorno específico, como el intestino, la piel o la boca.

Reflexiones de pensamiento

La revelación más sorprendente del Proyecto Genoma Humano ha sido el tamaño relativamente pequeño del acervo genético humano en comparación con los genomas de organismos mucho más simples. Algunos tipos de arroz, por ejemplo, tienen alrededor de 20.000 genes funcionales más que el acervo genético humano. Esto ha llevado a algunos a especular que la complejidad fisiológica y conductual humana puede depender de la gran cantidad de genes que se encuentran en el microbioma intestinal humano (la comunidad de bacterias, virus, hongos y otros microorganismos que viven en el tracto digestivo). Puede encontrar más información sobre el Proyecto Genoma Humano en Internet.

Numerosos factores, como la edad, la genética, el estrés, el tabaquismo y, especialmente, la dieta, pueden afectar al microbioma intestinal. La actividad física parece promover una microbiota asociada a la salud, una mayor abundancia de bacterias que favorecen la salud y una mayor diversidad del microbioma.

El intestino es el núcleo del bienestar. Es allí donde se produce la digestión y la nutrición. El intestino interactúa con las funciones inmunológicas, se comunica con el cerebro, afecta el estado de ánimo y regula los niveles de energía y el apetito. El intestino está en el interior del cuerpo y actúa como la puerta de entrada principal al organismo; en esencia, es "un poco del exterior que está en el interior". Los microbios intestinales ayudan a protegerlo de visitantes indeseables. Tenga en cuenta que algunas cosas que ingerimos, como el alcohol, pueden dañar la microbiota intestinal. Lo que comemos es importante porque la fibra dietética, los polifenoles y los alimentos fermentados ayudarán a cuidar la microbiota intestinal.

- La fibra dietética es una fuente de alimento para las bacterias "buenas" del intestino, ayudándolas a crecer bien.
- Los polifenoles, presentes en los alimentos de origen vegetal, promueven el crecimiento de células "buenas". bacterias intestinales e inhiben el crecimiento de bacterias dañinas, y también ayudan a reducir la inflamación en el intestino.
- Los alimentos fermentados ayudan a introducir bacterias "buenas" en la microbiota intestinal. El consumo de alimentos fermentados se asocia con una mejor digestión y un sistema inmunológico más fuerte.

Reflexiones de investigación

Factores como la dieta, la higiene personal y los medicamentos, incluido el uso de antibióticos, pueden producir un impacto significativo en la microbiota intestinal. El efecto de estos factores es más relevante en las primeras etapas de la vida, cuando la microbiota intestinal aún no se ha establecido por completo (Lizumi et al., 2017). Los antibióticos son uno de los mayores descubrimientos de la medicina y los beneficios en la reducción de la mortalidad por enfermedades infecciosas son incuestionables. Sin embargo, junto con sus muchos beneficios, el uso de antibióticos también puede afectar a las "bacterias buenas" del intestino. Curiosamente, el aumento mundial de la incidencia de enfermedades autoinmunes ha ido en paralelo al uso generalizado de antibióticos (Vangoitsenhoven, 2020).

Investigar las formas en que el microbioma intestinal es importante en el desarrollo y la maduración del sistema inmunológico.



▲ **Figura 19** El intestino alberga billones de microorganismos que tienen funciones fundamentales en muchos aspectos de la biología humana.

dades de pensamiento

El alcohol y el microbioma intestinal

El alcohol es una droga psicoactiva con propiedades que producen dependencia y que ha sido ampliamente utilizada en diversas civilizaciones y poblaciones durante muchos años. Es un depresor del sistema nervioso central (SNC). El alcohol también es una toxina que puede dañar el revestimiento intestinal, lo que puede provocar que haya más bacterias dañinas y menos bacterias beneficiosas.

Cuando se consume alcohol, éste se absorbe en el torrente sanguíneo a través de las paredes del estómago y del intestino delgado.

El alcohol es un diurético, lo que significa que aumenta la producción de orina y puede provocar deshidratación.

El alcohol puede afectar la función y la recuperación muscular, la función cognitiva y la coordinación motora, y puede interferir en la calidad y la duración del sueño.

La mejor manera de evitar los efectos negativos del alcohol en el rendimiento físico es evitar por completo el consumo de alcohol antes del ejercicio.

Según la OMS, aproximadamente el 13% de todas las muertes entre personas de entre 20 y 39 años se deben al consumo excesivo de alcohol.

El alcohol puede interferir con la absorción de nutrientes en el intestino y esto afectará la capacidad de la microbiota intestinal para funcionar de manera efectiva.

El alcohol puede afectar negativamente al sistema inmunológico (que ayuda a regular la microbiota intestinal) y perjudicar la capacidad del cuerpo para controlar el crecimiento de bacterias dañinas en el intestino.

La digestión extrae nutrientes de los alimentos que comemos. La mayoría de estos nutrientes se absorben en el intestino delgado. Después de varias horas, los nutrientes no absorbidos y los alimentos no digeridos pasan al intestino grueso. En el intestino grueso, los microorganismos descomponen los alimentos no digeridos y liberan pequeñas moléculas llamadas metabolitos. Entre ellos se encuentran las vitaminas B y la vitamina K (que se absorben), así como moléculas que actúan como señales potentes para el cerebro a través de:

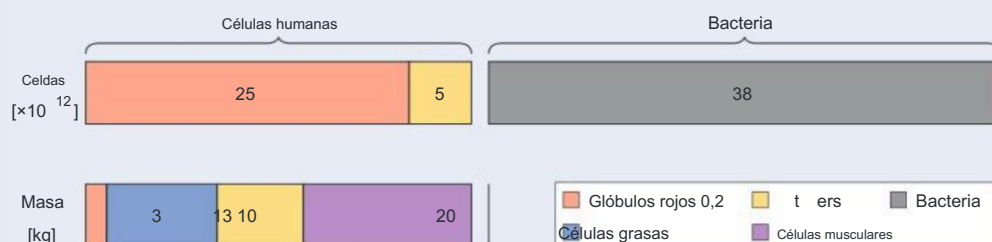
- sistema nervioso
- sistema inmunitario
- sistema circulatorio sanguíneo.

Cuando el intestino está casi vacío, se envía una señal hormonal al cerebro ("hora de comer"). Cuando se ingiere comida y se detecta en el estómago y los nutrientes comienzan a llegar al intestino delgado, se liberan hormonas de saciedad, que le indican al cerebro (y al hígado) "tenemos suficiente energía: deja de comer". Además, el intestino envía otras señales que impactan en tu salud, como informar a tu sistema inmunológico cuando hay patógenos dañinos presentes. También influye en tu salud de otras maneras, por ejemplo, el equilibrio entre el colesterol producido por el hígado (transportado al intestino a través de la bilis) y absorbido de la dieta determinará los niveles de colesterol en la sangre. Es tu microbiota intestinal la responsable de activar y desactivar el colesterol.

modulando muchas de estas señales estimulando la liberación de hormonas o neurotransmisores, o una respuesta inmune, o inflamación, o enviando señales de estrés al cerebro.

El cuerpo humano contiene tantos microbios como células humanas. Algunos de estos microbios se encuentran en la piel, otros en los pulmones o en el sistema urogenital, pero la mayoría se encuentran en el intestino, principalmente en el intestino grueso. La microbiota intestinal humana es un sistema complejo de microorganismos que viven a lo largo de todo el tracto gastrointestinal. La densidad de la microbiota intestinal varía a lo largo del tracto gastrointestinal. Es bastante baja en el estómago, el duodeno y el yeyuno, y aumenta en el íleon y el colon.

Propiedades de pensamiento



▲ **Figura 20** Distribución del número y la masa de células para diferentes tipos de células en el cuerpo humano (para un adulto de 70 kg)

Tu microbioma es único para ti (en términos de tamaño, diversidad y equilibrio de especies), de forma similar a una huella dactilar. Por ejemplo, incluye más de 1000 especies bacterianas únicas, de las cuales más del 95 % se encuentran en el intestino grueso. Tu microbioma contiene una enorme cantidad de material genético (más de 3 millones de genes) en comparación con el genoma humano (23 000 genes). La microbiota intestinal puede alcanzar hasta 1,5 kg en un individuo de 70 kg.

La microbiota intestinal tiene muchas funciones beneficiosas: los microorganismos de la microbiota desempeñan un papel directo en la digestión, por ejemplo, asegurando la fermentación de sustratos y residuos alimentarios no digeribles, facilitando la asimilación de nutrientes gracias a un conjunto de enzimas que no están presentes en las células humanas y participando en la síntesis de algunas vitaminas. También influyen en el funcionamiento general del tracto gastrointestinal y participan en el funcionamiento del sistema inmune intestinal, que es esencial para la función de barrera de la pared intestinal.

Algunas funciones importantes del microbioma intestinal

El microbioma intestinal extrae y sintetiza nutrientes de los alimentos que consumes.

Por ejemplo, descompone la fibra dietética para producir vitaminas esenciales como la vitamina K. También ayuda a absorber minerales como el calcio. Produce ácidos grasos (de cadena corta) en el intestino que fortalecen la barrera/pared intestinal (posiblemente reduciendo el riesgo de cáncer colorrectal).

El microbioma intestinal proporciona defensa. Previene el crecimiento excesivo de patógenos, inhibe el crecimiento de bacterias menos deseables e interactúa con el sistema inmunológico para distinguir a los amigos de los enemigos.

TOMÓ

¿Pueden las mariposas estar en el estómago?
 ¿Explicado fisiológicamente? ¿Qué sucede
 cuando se producen mariposas en el estómago?



Evidencia

Gran parte de las investigaciones publicadas que investigan el eje microbioma-intestino-cerebro se han realizado Utilizando modelos animales, principalmente roedores. ¿Por qué necesitamos más estudios en humanos sobre el papel de la dieta en ¿salud mental?

Punto clave

La función principal del intestino es digerir los alimentos y absorber los nutrientes. En poblaciones deportistas, algunos probióticos pueden aumentar la absorción de nutrientes importantes.

Términos clave

Probióticos Microorganismos vivos que se consideran beneficiosos para la salud. promoviendo.

Microbioma La colección de genomas de todos los microorganismos de un entorno.

Los neurotransmisores, como la dopamina y la serotonina, se secretan en el intestino. Estas hormonas actúan sobre la zona del cerebro implicada en la regulación del estado de ánimo (por ejemplo, la felicidad, sentirse bien) y la cognición (como la memoria y la concentración).

La serotonina también ayuda a la motilidad intestinal (la velocidad a la que los alimentos viajan a través del intestino).

Muchos factores influyen en tu microbioma, incluidos tus genes, tu edad y las infecciones previas. Algunos factores relacionados con tu estilo de vida están bajo tu control, como dormir bien, hacer ejercicio regularmente y lo que comes.

Eje intestino-cerebro

El eje intestino-cerebro es un sistema de comunicación bidireccional entre el sistema gastrointestinal y el SNC (el cerebro y la médula espinal). Esta conexión no es solo anatómica, sino que se extiende para incluir vías de comunicación endocrinas, humorales, metabólicas e inmunitarias que permiten el intercambio de información entre el intestino y el cerebro. Este vínculo entre el intestino y el cerebro permite que el cerebro y el intestino influyan en el estado de ánimo, la cognición y la salud mental. Por lo tanto, el eje intestino-cerebro, un sistema de comunicación bidireccional, desempeña un papel clave tanto en el bienestar físico como en el mental. Por ejemplo, las mariposas en el estómago justo antes de competir (cerebro-intestino) o tener una "sensación visceral" de que algo no está bien (intestino-cerebro).



Evidencias de pensamiento

El sistema nervioso entérico

El sistema nervioso entérico se encuentra en nuestro tracto gastrointestinal. Es el encargado de controlar el proceso digestivo y comunicarse con el SNC (el cerebro y la médula espinal) para regular el movimiento de los alimentos a través de nuestros intestinos y la liberación de jugos digestivos.

Las enfermedades gastrointestinales, como el síndrome del intestino irritable, se asocian con la alteración del microbioma intestinal. El microbioma intestinal puede verse afectado por la dieta y el estrés. Un microbioma intestinal desequilibrado se ha asociado con una amplia gama de problemas de salud, incluidos problemas digestivos y problemas de salud mental. El microbioma intestinal también ayuda a producir ácidos grasos y neurotransmisores que son importantes para la función cerebral. Una dieta rica en fibra, cereales integrales, frutas y verduras puede ayudar a promover un microbioma intestinal saludable. Una dieta rica en azúcar, alimentos procesados y grasas saturadas puede tener un impacto negativo en la función cognitiva.

El término probiótico se deriva del latín "pro" (que significa "para") y del griego "biótico" (que significa "vida").

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, se consideran microorganismos promotores de la salud. El COI (2018) afirmó que:

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran por vía oral durante varias semanas, pueden aumentar la cantidad de bacterias beneficiosas en el intestino. Se los ha asociado con una variedad de posibles beneficios para la salud intestinal, así como con la modulación de la función inmunológica.

Cada vez hay más suplementos dietéticos disponibles en el mercado en todo el mundo que contienen probióticos, en forma de cápsulas, tabletas, polvos y líquidos, y en alimentos específicos como el yogur. La cantidad de estudios de investigación sobre probióticos en atletas recreativos y competitivos está aumentando, incluidas investigaciones

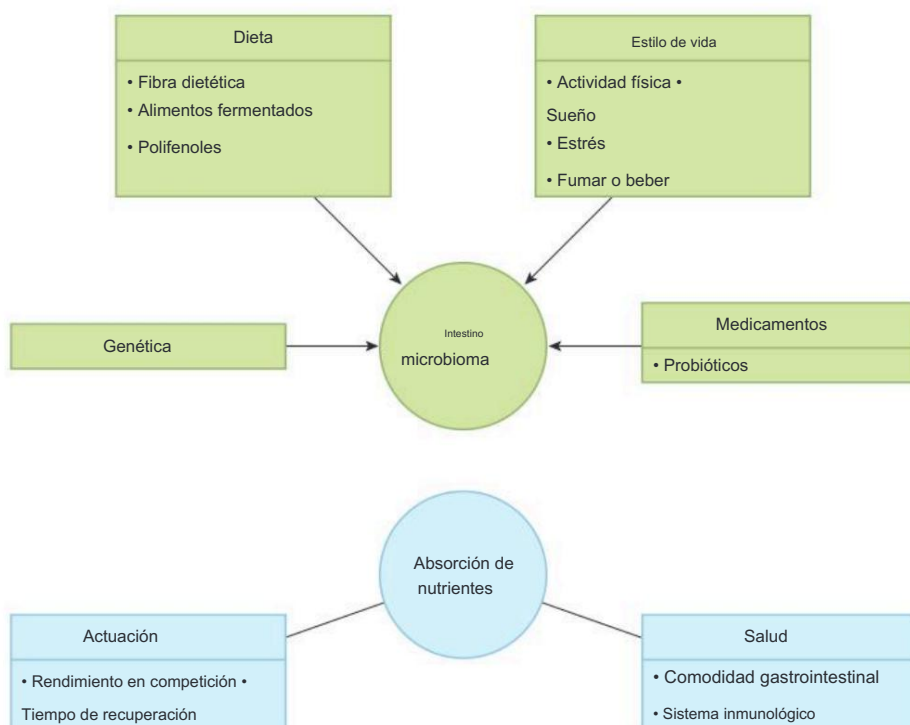
en la salud gastrointestinal, el rendimiento físico, la fatiga física, la recuperación del ejercicio/fatiga, la inmunidad y la composición corporal.

Posibles vínculos entre el microbioma intestinal, la salud de los deportistas y el rendimiento deportivo

Una microbiota intestinal no deseada se ha relacionado con cambios en la permeabilidad de la pared intestinal que permiten que las bacterias se desplacen de un lugar a otro, como del intestino al torrente sanguíneo, para propagar infecciones y atacar el sistema inmunológico de un atleta. Cuando el sistema inmunológico no funciona correctamente, existe un mayor riesgo de infecciones del tracto respiratorio superior.

Los trastornos gastrointestinales están asociados con el síndrome RED-S. Los estudios han demostrado que los deportistas con síndrome RED-S pueden tener una diversidad reducida de bacterias intestinales en comparación con los individuos sanos, y esta diversidad reducida se ha asociado, por ejemplo, con una función inmunitaria reducida y una capacidad reducida para absorber nutrientes.

Un estudio comparó a jugadores de rugby profesionales que demostraron una mayor diversidad microbiana (un indicador positivo de la salud intestinal) con sujetos de control. Encontraron una mayor diversidad microbiana en los jugadores de rugby en comparación con los controles, y esto se correlacionó positivamente con una mayor ingesta de proteínas (factor dietético) y niveles más altos de creatina quinasa (factor de actividad física) en los atletas en relación con los controles. Por lo tanto, mantener una ingesta y gasto energético equilibrados y un microbioma intestinal saludable es importante para la salud de un atleta y su rendimiento deportivo. Desde entonces, varios estudios (por ejemplo, Mancin et al., 2021, Figura 21) han sugerido que la modificación del microbioma intestinal (en otras palabras, más bacterias promotoras de la salud, mayor diversidad microbiana) en respuesta al ejercicio puede proporcionar información para mejorar el rendimiento deportivo y/o el tiempo de recuperación después del entrenamiento.



▲ **Figura 21** Factores que afectan el microbioma intestinal y cómo el microbioma intestinal puede influir en la salud y el rendimiento de un individuo



Pregunta de enlace

¿Cómo afecta la ansiedad al microbioma intestinal? (C.4.2)

Considerar:

- la respuesta del cuerpo al estrés y los cambios en la motilidad intestinal, la secreción y permeabilidad
- el sistema inmunológico y el mantenimiento del equilibrio de las bacterias intestinales.
- cambios en la dieta y el estilo de vida que pueden afectar el microbioma intestinal.



Experimentos

¿Por qué los estudios futuros sobre la interacción entre la dieta, la actividad física y la microbiota intestinal deben tener en cuenta las variables de confusión? Por ejemplo, controlando la ingesta calórica, así como la calidad y la composición de los nutrientes, y fijando los parámetros del ejercicio (como el ejercicio agudo o crónico, el entrenamiento cardiovascular y/o de resistencia, la duración y la frecuencia).

La mayoría de los enfoques de la nutrición deportiva implican la manipulación de la ingesta de macronutrientes (un enfoque externo) en función del tipo de entrenamiento y los objetivos de rendimiento. Sin embargo, es posible que sea necesario considerar un cambio hacia un enfoque interno, priorizando la salud del microbioma intestinal. Necesitamos más investigaciones sobre este tema si la población atlética quiere obtener una ventaja competitiva y mejorar su rendimiento. Los estudios han demostrado que los macro y micronutrientes influyen en la composición de la microbiota intestinal. Las malas elecciones dietéticas, la automedicación y el uso de suplementos pueden ejercer un efecto nocivo sobre el intestino y el microbioma. Esto contribuye a una respuesta inmunitaria menos efectiva y potencialmente altera la recuperación de una lesión o del entrenamiento. Una dieta saludable puede ayudar a restaurar la integridad de las defensas de la barrera intestinal y apoyar al sistema inmunológico. Estos factores ayudan al atleta a recuperarse de una lesión, continuar con los regímenes de entrenamiento e incluso pueden mejorar el rendimiento en la competencia. Por lo tanto, las estrategias dietéticas para la población atlética deben ayudar al atleta a alimentarse, protegerse y rendir.

En general, no comprendemos del todo los mecanismos por los que la actividad física favorece un microbioma saludable, pero interviene una combinación de factores intrínsecos y extrínsecos. Por ejemplo, las personas físicamente activas tienen más probabilidades de estar expuestas a su biosfera ambiental (pasan más tiempo al aire libre).

Además, siguen un estilo de vida saludable en general y, en consecuencia, tienen una microbiota "mejor". Al mismo tiempo, las adaptaciones intrínsecas al entrenamiento de resistencia (como la disminución del flujo sanguíneo, la hipoxia tisular y el aumento de la capacidad de tránsito y absorción) pueden provocar cambios en el tracto gastrointestinal.

El conjunto actual de literatura, aunque limitado, indica que el ejercicio, los factores dietéticos y la composición corporal promueven una microbiota intestinal más "asociada a la salud".

Por ejemplo, más bacterias que favorecen la salud, mayor diversidad microbiana, mayor inmunidad y mejores funciones de barrera intestinal en comparación con los controles sedentarios. Sin embargo, es necesario realizar estudios a más largo plazo en diferentes cohortes de atletas para examinar más a fondo el impacto de la dieta en la estructura y función de la microbiota intestinal. Existe la opinión de que la microbiota intestinal podría considerarse un órgano "fundamental" para la salud y el rendimiento deportivo, lo que conduce a un nuevo concepto: la tríada nutrición-microbiota-actividad física.

Se necesitan más estudios de investigación longitudinales (y bien diseñados) para investigar si la manipulación del microbioma puede ser una herramienta eficaz para mejorar la salud y el rendimiento en poblaciones atléticas. La pregunta sigue siendo: ¿cuál es la mejor combinación de los tres elementos para mejorar el rendimiento deportivo de los atletas individuales?

Puntos clave

- El intestino es el centro del bienestar.
- La actividad física y el ejercicio parecen ser capaces de Enriquecer el microbioma intestinal.
- Aunque ha habido investigaciones continuas sobre Suplementación probiótica en la aplicación del deporte

y el ejercicio, quedan muchas preguntas sobre los mecanismos de acción y la especificidad de la cepa/dosis.

- Estudios adicionales sobre probióticos y su potencial ergogénico. Se justifican efectos en la población atlética y los deportistas de élite.



▲ Figura 22 El intestino es el núcleo de nuestro bienestar



Pregunta de enlace

¿Cómo se pueden controlar las variables de manera efectiva al diseñar experimentos sobre nutrición para el ejercicio y la salud? (Pregunta 1)

Considerar:

- centrarse en una variable a la vez •
- aleatorización (el problema del sesgo)
- grupo de control •
- tamaño de la muestra y potencia estadística
- cegador
- estandarización de condiciones
- seguimiento del cumplimiento •
- control de factores de confusión • análisis
- de datos apropiado.

Pregunta de practica

Analice los macronutrientes recomendados necesarios para proporcionar suficiente energía a un corredor de resistencia.

(4 puntos)

Resumen

- Un estado nutricional óptimo es importante para desarrollo, crecimiento, rendimiento y salud.
- Una dieta equilibrada es esencial para garantizar un óptimo estado nutricional y se define como una dieta que aporta la cantidad adecuada de cada uno de los siguientes carbohidratos, lípidos y proteínas, y agua (macronutrientes).
- Una dieta equilibrada también requiere vitaminas, minerales y oligoelementos (micronutrientes).
- Los gobiernos y las organizaciones internacionales proporcionan recomendaciones dietéticas para una ingesta adecuada de todos los nutrientes que son esenciales para la promoción de la salud. Las guías dietéticas ayudan a la población a poner en práctica las recomendaciones dietéticas y el concepto de "dieta equilibrada".
- Los requerimientos nutricionales varían entre poblaciones. subgrupos. Por ejemplo, un deportista necesita más líquidos y energía proveniente de macronutrientes que un no deportista.
- Los carbohidratos y las grasas son las fuentes de energía dominantes. en la comida.
- Los carbohidratos se utilizan para generar energía en una amplia gama de intensidades del ejercicio.
- Una cantidad limitada de carbohidratos se almacena como glucógeno en el hígado y los músculos.
- El glucógeno se agota durante el ejercicio; cuando se agota, el ejercicio se limita o se impide y se produce fatiga.
- Los atletas pueden consumir carbohidratos antes del ejercicio para aumentar las reservas de glucógeno (carga de carbohidratos), durante el ejercicio para proporcionar carbohidratos adicionales, para ahorrar glucógeno muscular y después del ejercicio para promover la recuperación de las reservas de glucógeno.
- El índice glucémico (IG) proporciona una medida de cómo El contenido de carbohidratos de los diferentes alimentos es accesible; los alimentos con carbohidratos con un IG más alto son mejores para una recuperación rápida después del ejercicio.
- Las proteínas en el cuerpo solo están presentes con una concentración específica. Función biológica; no hay almacenamiento de proteínas a diferencia de las grasas y los carbohidratos.
- La renovación constante de las proteínas corporales significa que los humanos... tienen un requerimiento diario de alrededor de 0,8 g kg⁻¹ de masa corporal por día y esto debe incluir aminoácidos esenciales.

- El requerimiento diario de proteínas aumenta en los atletas porque oxidan aminoácidos para obtener energía, reparación muscular e hipertrofia.
- Los deportistas pueden complementar su dieta con suplementos nutricionales. Ayudas ergogénicas para aumentar el rendimiento y la tolerancia al ejercicio.
- Los problemas gastrointestinales son comunes en los deportistas.
- RED-S es una condición en la que el desequilibrio energético conduce a un deterioro de la función fisiológica de múltiples sistemas orgánicos.
- El microbioma intestinal influye en la salud y el rendimiento de los individuos.

Comprueba tu comprensión

Después de leer este capítulo, usted debería poder:

- enumerar los macronutrientes y describir sus funciones
- enumerar los micronutrientes clave y describir sus funciones
- comprender el concepto y la actualidad
 - Recomendaciones para una dieta sana y equilibrada
- comprender las estrategias nutricionales, incluidas las
 - Importancia de los carbohidratos para mantener los niveles de energía durante el ejercicio
- comprender el malestar gastrointestinal • comprender que la baja disponibilidad de energía (LEA) puede
 - conducen al estado de deficiencia energética relativa en el deporte (RED-S)
- explicar el papel del microbioma intestinal.

Preguntas de autoaprendizaje

1. Describa cómo la disponibilidad de macronutrientes puede influir en la salud y actuación.
2. Indique las funciones de la grasa almacenada en el tejido adiposo.
3. Analice las formas en que la mala nutrición podría perjudicar el rendimiento deportivo.
4. Describe qué es RED-S.
5. Durante el ejercicio, explique por qué se producen las causas mecánicas de los trastornos gastrointestinales.
Los problemas están relacionados con el impacto o la postura.

6. Describe el papel que juega el calcio en la contracción muscular.
7. Analice cómo el microbioma intestinal afecta la disponibilidad y absorción de nutrientes.



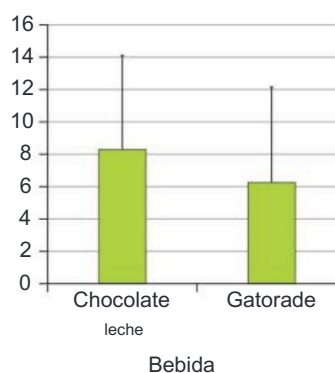
Pregunta basada en datos

Un estudio (diseño aleatorio, cruzado; dos días separados) (Spaccarotella, Andzel, 2011) comparó la efectividad de una leche con chocolate baja en grasa o una bebida con carbohidratos y electrolitos.

Bebida (bebida deportiva Gatorade) para la recuperación entre el entrenamiento de la mañana y el de la tarde. Sesiones. La bebida (240 ml) se consumió inmediatamente después del entrenamiento de la mañana. sesión. La tabla 10 muestra la composición de las dos bebidas.

Nutritivo	Bajo en grasas	
	Gatorade	leche con chocolate
Energía (kJ)	669	299
Proteína (g)	8	0
Grasa (g)	3	0
Carbohidratos (g)	27	14
Calcio (mg)	200	0
Sodio (mg)	240	110

▲ Tabla 10



▲ Figura 23

Inmediatamente después de la sesión de entrenamiento de la tarde, los sujetos completaron una carrera de 20 m. Prueba de lanzadera hasta la fatiga. El tiempo medio (\pm DE) hasta la fatiga para ambas pruebas se muestra en la Figura 23.

1. Indique qué bebida contiene más proteínas. (1 punto)
2. Identifique en la Figura 23 qué consumo de bebidas resultó en una mejor actuación. (1 punto)
3. Utilizando los datos de la Tabla 10, proporcione una explicación nutricional de la diferencia en el rendimiento que se muestra en la Figura 23. (1 punto)
4. ¿Qué podrían aprender los atletas y entrenadores de estos resultados? (4 puntos)