

Alimentos funcionales. Papel de los prebióticos en nutrición pediátrica

P. Pavón Belinchón^a y B. Guillán Pavón^b

^aUnidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Hospital Clínico Universitario de Santiago. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España. ^bServicio de Medicina Preventiva. Hospital da Costa. Burela. Lugo. España.

Los alimentos funcionales son los que, además del efecto nutricional, son beneficiosos para la salud, mejoran el estado de bienestar y reducen el riesgo de enfermar. Los componentes alimentarios funcionales son: prebióticos, probióticos, simbióticos, nutrientes funcionales y compuestos funcionales no nutrientes.

Los efectos de los prebióticos en el niño son patentes desde el nacimiento, ya que están incluidos en la leche materna. Por su composición, evitan el estreñimiento y la translocación bacteriana, son útiles en la diarrea y mejoran la absorción de micronutrientes. Combinados con una dieta equilibrada y con actividad física regular, proporcionan una mejor calidad de vida a todas las edades.

Palabras clave:

Prebióticos. Probióticos. Simbióticos. Fructooligosacáridos. Galactooligosacáridos.

INTRODUCCIÓN

El concepto de “alimento funcional” surge en la década de 1980 como consecuencia del cambio de estrategia en la política nutricional de los países industrializados.

En el siglo xx, la meta de la nutrición humana era asegurar al individuo un aporte adecuado de energía, macro y micronutrientes. En la actualidad, los programas nutricionales en salud pública se encaminan hacia la prevención de las enfermedades crónicas degenerativas desde la edad pediátrica, lo que implica obtener el máximo potencial positivo y preventivo de los alimentos animales y vegetales y de sus componentes, tanto nutrientes como no nutrientes, es decir, pasar de una dieta saludable a una dieta optimizada.

Fue a mediados de los años ochenta del siglo xx cuando se comenzó a utilizar el término de “alimentos funcionales” en Japón, denominados allí “FOSHU” (alimentos con efecto específico para la salud).

El concepto de “alimento funcional” que aporta el documento de consenso Functional Food Science in Europe (FUFOSE), por el International Life Science Institute (ILSI Europe) en 1999, establece que: “un alimento puede ser considerado como funcional si se ha demostrado de forma satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas

del organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejoría de la salud y el bienestar y/o para la reducción del riesgo de enfermar”.

Según el ILSI, un alimento funcional puede ser:

1. Un alimento natural.
2. Un alimento al que se le ha añadido o eliminado algún componente mediante biotecnología.
3. Un alimento donde se ha variado la naturaleza de algún componente.
4. Un alimento al que se ha modificado la biodisponibilidad de algún componente.

Conviene dejar muy claro que los alimentos funcionales son “alimentos” y no se deben consumir como píldoras, cápsulas, polvos, etc., y deben demostrar sus resultados en cantidades que puedan ser aportados por la dieta habitual, por lo que deben formar parte de un patrón normal de alimentación^{1,2}.

Hay que recordar que:

1. Un alimento funcional no es siempre un producto nuevo (el ajo, las fresas).
2. Hay que diferenciar entre un alimento enriquecido y un alimento funcional:

a) Los alimentos enriquecidos (sal yodada) pueden aportar un nutriente que es deficitario en un grupo de población.

b) Un alimento funcional tiene por objetivo reducir el riesgo de enfermar (prevención de cáncer, osteoporosis, etc.).

3. Los suplementos alimentarios o dietéticos no se consideran alimentos funcionales, están más próximos a la farmacología que a la nutrición, aunque se vendan fuera de las farmacias.

El aporte de alimentos funcionales o con componentes funcionales, tanto naturales como procesados, en la edad pediátrica, supone una estrategia importante y prometedora en el campo de la nutrición infantil.

Es evidente que estos alimentos tienen efectos beneficiosos en funciones específicas del organismo. El conocimiento de la implicación de los alimentos funcionales en la regulación de la función celular, de la ecología intestinal, de la inmunomodulación, del sistema antioxidación y del metabolismo es esencial para influir en los hábitos alimentarios de la población infantil, adulta y anciana³.

Los alimentos funcionales son el futuro de la nutrición como ciencia. Así lo considera la UE al apoyar el sexto programa marco de investigación sobre alimentos funcionales 2002-2006.

COMPONENTES ALIMENTARIOS FUNCIONALES

Son los probióticos, prebióticos, simbióticos, otros nutrientes y no nutrientes funcionales.

Probióticos

El término incluye a los microorganismos vivos (bacterias o levaduras) que, al ser ingeridos, producen un efecto positivo en la salud del individuo. Se añaden a los alimentos, especialmente a los productos lácteos fermentados y en preparaciones farmacéuticas.

Los más utilizados se engloban dentro de las bacterias ácido lácticas (BAL), y ligados a los géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium*. Los efectos beneficiosos se deben a los productos obtenidos a partir de su fermentación y a su acción sobre el sistema inmunitario del individuo. Para ello es necesario que estas bacterias, una vez ingeridas, permanezcan vivas después de atravesar el tracto gastrointestinal superior.

Los probióticos aumentan la respuesta de la IgA secretora, incrementan la producción de citocinas y reducen el riesgo de infección, especialmente por rotavirus. Los efectos de las leches fermentadas con BAL varían en función de la cepa de la bacteria láctica utilizada, de la existencia de un tipo o más de bacterias lácticas, de su interacción, del sustrato sobre el que fermentan y de la genética del individuo, del tipo de enfermedad que padezca y de la dosis administrada².

Entre los efectos beneficiosos para la salud están los siguientes: el aumento de la respuesta inmunitaria, el mantenimiento del equilibrio de la microbiota del colon, el efecto potenciador o coadyuvante de las vacunas, la reducción de las enzimas fecales implicadas en la iniciación del cáncer, el tratamiento de algún tipo de diarrea, la disminución de los síntomas en la intolerancia a la lactosa y “colaborar” con la terapia antibiótica implicada en algunas infecciones intestinales, entre otros.

Prebióticos

El término “prebiótico” fue introducido por Gibson y Roberfroid, quienes definieron los prebióticos como “ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped, por una estimulación selectiva del crecimiento y/o de la actividad de una o varias bacterias en el colon”^{2,4}.

Son generalmente hidratos de carbono de cadena corta que pueden ser fermentados a lo largo del intestino y estimular el crecimiento de las bifidobacterias potencialmente beneficiosas. Entre ellos tenemos los fructooligosacáridos (FOS), la inulina y la lactulosa. Se ingieren a través de alimentos naturales o incorporándolos a alimentos como lácteos, bebidas, pastelería o cereales.

Los productos finales de la fermentación de la fibra tienen propiedades tróficas para

las células epiteliales intestinales. De esta manera, se mantiene el equilibrio de la flora intestinal residente mediante la fermentación bacteriana y la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), especialmente acetato, butirato y propionato, que proporcionan una fuente de energía para el colon.

El aporte de oligosacáridos no digeribles estimula el crecimiento de las bacterias intestinales favorables (bifidobacterias y lactobacilos) que inhibirían a las patógenas⁵.

Los prebióticos también favorecen la absorción de ciertos minerales y aumentan la biodisponibilidad del calcio, magnesio, cinc y hierro, en función del tipo de hidrato de carbono ingerido (fructooligosacáridos, galactooligosacáridos, inulina, etc.), del grado de fermentación, causado por la microbiota intestinal y de la dosis ingerida.

También poseen un efecto beneficioso sobre el metabolismo lipídico al reducir los niveles de colesterol plasmático y regular los valores plasmáticos de glucosa.

Simbióticos

Son mezcla de prebióticos y probióticos. Los efectos pueden ser sinérgicos y acumulables.

La combinación de oligofruetosacáridos y bifidobacterias puede contribuir a la modulación nutricional de la microbiota intestinal y puede reducir el riesgo de cáncer de colon, hecho que se ha observado en experimentación animal².

Nutrientes funcionales

Los nutrientes mejor estudiados en relación con los alimentos funcionales son el folato, las vitaminas antioxidantes C y E y algunos ácidos grasos.

No nutrientes funcionales

Son componentes orgánicos adicionales contenidos en los alimentos, que ejercen en el organismo un efecto “funcional”, de-

bido en principio a su efecto “antioxidante”. Entre ellos están los polifenoles, que son necesarios para el funcionamiento de las células vegetales. De ellos, los flavonoides que se encuentran en las frutas, vegeta-

les, té verde y en el vino tinto. Otros compuestos son los carotenoides, como el licopeno, con marcado poder antioxidante, y los fitosteroles, que se encuentran en la soja² (tabla 1).

TABLA 1. Alimentos y componentes funcionales

Alimento/C. funcional	Efectos biológicos	Efecto favorable en:	Fuentes alimentarias
<i>Prebióticos</i>	Regulan la microbiota intestinal	Cáncer colorrectal	Leguminosas
Polisacáridos		Estreñimiento	Hortalizas
Oligosacáridos	Mejoran el tránsito digestivo	Diverticulosis	Frutas
Fructooligosacáridos	Aumentan la excreción de sales biliares	Enfermedad inflamatoria intestinal	Alimentos con fibra
Fibra dietética	Reducen el colesterol plasmático	Hipercolesterolemia	Alimentos con prebióticos
	Regulan el nivel de glucemia	Diabetes	
		Obesidad	
<i>Probióticos</i>	Mejoran la digestión de la lactosa	Intolerancia a lactosa	Productos fermentados con lactobacilos y bifidobacterias
	Aumentan la absorción del calcio	Estreñimiento/diarrea	
	Modulan el sistema inmune	Cáncer	
	Regulan el equilibrio de la flora intestinal		
<i>Simbióticos</i>	Mezcla de probióticos y prebióticos		
Fructooligosacáridos + bifidobacterias			
<i>Lípidos</i>	Bajan los niveles de triglicéridos y C-LDL	Enfermedad cardiovascular	Pescado azul
Ácidos grasos: ω -3	Reducen la agregación plaquetaria	Artritis reumatoide	Nueces
	Propiedades antiinflamatorias	Arritmias cardíacas	
	Posible efecto en el control de la glucemia y resistencia a insulina		
<i>Vitaminas antioxidantes</i>	Vitaminas C y E: estimulan la inmunidad y retrasan el envejecimiento celular	Enfermedad cardiovascular	Vitamina C: cítricos
		Cáncer	Vitamina E: aceites, germen de trigo
<i>No nutrientes</i>	Antioxidantes	Cáncer	Vino tinto, té, cebolla,
Flavonoides	Hipocolesterolemiantes	Aterosclerosis	uvas, manzana, fresas
		Enfermedad coronaria	
<i>No nutrientes</i>	Precursor de vitamina A (β -caroteno)	Aterogénesis	Cítricos
Carotenoides	Protector de epitelios	Cáncer	Tomate y salsa
β -caroteno	Antioxidantes		Calabaza
Licopeno			Zanahoria

Modificada de Marcos Sánchez et al, 2005².

PREBIÓTICOS EN LA NUTRICIÓN PEDIÁTRICA

La microbiota intestinal del recién nacido es un ecosistema complejo compuesto por más de 400 especies distintas, que poseen diversas funciones de tipo nutritivo, metabólico, inmunológico y protector, y tienen una gran influencia sobre la salud del colon y del organismo en general. La instauración de la flora intestinal en el lactante tras el nacimiento es un proceso complejo en el que intervienen factores internos y externos como factores ambientales, el tipo de parto, la flora intestinal materna o el tipo de alimentación del lactante.

Desde hace varias décadas se conocen las diferencias en la composición de la flora intestinal entre lactantes alimentados al pecho y los alimentados con leches de fórmula. En general, los recién nacidos alimentados con leche materna presentan una flora con predominio de bifidobacterias, mientras que en los alimentados con fórmula las bifidobacterias coexisten en igual proporción con otras especies bacterianas⁶.

Entre los componentes presentes en la leche materna que contribuyen al predominio de bifidobacterias en la flora intestinal de los lactantes alimentados al pecho, se encuentran los oligosacáridos y otros hidratos de carbono no digeribles. En la leche materna se han identificado más de 130 oligosacáridos, constituidos al menos por alguno de los cinco siguientes residuos de monosacáridos: ácido siálico, N-acetil-glucosamina, fructosa, glucosa y galactosa. Los oligosacáridos favorecen el crecimiento de bifidobacterias grampositivas en el tracto gastrointestinal, particularmente de *Bifidobacterium bifidum*, lo que inhibe la multiplicación de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Shigella*⁷.

Se han identificado diversos tipos de funciones de los oligosacáridos presentes en la leche materna, entre las que se encuentran:

1. *Función nutricional.* Favorecer la absorción de algunos micronutrientes.
2. *Función digestiva.* Regular el tránsito intestinal gracias al aumento del volumen de las heces.
3. *Función inmunológica.* Estimular el crecimiento y proliferación de bifidobacterias e inhibir el crecimiento de los agentes patógenos.

El efecto de los oligosacáridos sobre el sistema inmunitario puede llevarse a cabo mediante un mecanismo directo o indirecto. En el primer caso, los oligosacáridos actúan como análogos de los receptores intestinales debido a que las bacterias enteropatógenas y sus toxinas utilizan la porción oligosacárida de las glucoproteínas como diana para su adhesión. El mecanismo indirecto se basa en que los oligosacáridos pueden servir como sustrato alimenticio de los componentes de la flora intestinal autóctona y contribuir así a la reducción del pH del intestino, que ayudaría a inhibir el crecimiento de algunos patógenos intestinales⁷.

Recordemos que los prebióticos se definen como ingredientes fermentables pero no digeribles, tipo hidratos de carbono u oligosacáridos, que promueven selectivamente el crecimiento y la actividad de las especies bacterianas que se consideran beneficiosas para el organismo, principalmente las bifidobacterias⁸.

Para que un compuesto tenga acción prebiótica debe cumplir fundamentalmente los siguientes requisitos: debe llegar al colon sin modificarse, tal como ocurre con la fibra alimentaria, y debe ser utilizado como sustrato alimenticio que estimula la flora bacteriana saprofita existente, obteniéndose efectos beneficiosos para el huésped.

El origen de los oligosacáridos prebióticos utilizados en alimentación puede ser

lácteo (galactooligosacáridos) o vegetal (fructooligosacáridos e inulina).

Al igual que la leche materna, los galactooligosacáridos contienen una elevada proporción de galactosa. Están formados por cadenas de galactosa con un residuo de glucosa en uno de los extremos de la cadena, y la longitud total es de 2 a 7 monómeros.

Los fructooligosacáridos son cadenas formadas por unidades de fructosa unidas mediante enlaces, que contienen un residuo de glucosa en uno de los extremos. La longitud de las cadenas oscila entre 2 y 7 monómeros.

Sus beneficios para la salud y su seguridad han sido verificados en numerosos estudios clínicos⁹. En ellos se ha demostrado que los oligosacáridos prebióticos son capaces de incrementar los recuentos de bifidobacterias intestinales, así como causar la reducción de ciertas bacterias patógenas⁸.

Efectos de los prebióticos en el recién nacido y lactante

Al nacimiento, el tracto gastrointestinal es estéril, pero se coloniza a las pocas horas con las bacterias ingeridas durante el parto. Pronto se multiplican y alcanzarán un número 10 veces superior al número de células del organismo. Después, la flora se mantiene constante, con pequeñas variaciones durante toda la vida. En los lactantes con leche materna se desarrolla una flora intestinal en la que predominan *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, representando a la flora grampositiva, y como bacilo gramnegativo *E. coli*. En los alimentados con leche de fórmula convencional predominan *E. coli* y los anaerobios.

La leche materna aporta lactoferrina, lisozima, oligosacáridos, N-acetilglucosamina, galactosa, fructosa, lípidos, IgA secretora y

otros factores bifidogénicos. Esto favorece el crecimiento de bifidobacterias y la capacidad inmunomoduladora y antimicrobiana.

La alimentación del lactante con fórmulas enriquecidas con prebióticos (galacto y fructooligosacáridos) incrementa el número de colonias de las bifidobacterias y logra que la flora intestinal aumente sensiblemente el porcentaje de bifidobacterias en cantidad similar a los niños con lactancia materna.

Efectos sobre el aparato digestivo

La inulina y la oligofructosa pasan por el intestino delgado sin degradarse y llegan intactas al colon, donde son fermentadas por la flora bacteriana cólica. Ahí aumentan la biomasa bacteriana y producen ácidos orgánicos (acetato, propionato, butirato y ácido láctico) y gases. Los AGCC generados son consumidos por las bacterias (como fuente energética) o son absorbidos a través de la mucosa del ciego y colon ascendente. Las células de la mucosa aprovechan el butirato, pero el acetato y el propionato pasan a la sangre y son utilizados por el hígado y los músculos. Tanto la inulina como la oligofructosa producen energía. Aquella, 1 kcal/g, y ésta, 1,5 kcal/g.

La inulina y la oligofructosa aumentan la biomasa bacteriana y su efecto sobre el volumen de las heces es comparable al de otras fibras dietéticas solubles, como las pectinas y la goma guar, estimulando de forma selectiva la concentración de bifidobacterias libres, habitantes en el intestino grueso.

Estreñimiento

Entre los efectos beneficiosos de los prebióticos unidos o no a probióticos (simbióticos) están los de evitar o disminuir el estreñimiento funcional.

Enfermedad inflamatoria intestinal

Estudios actuales⁹ ponen de manifiesto que la inulina y la oligofruktosa unidas a un probiótico (*Bifidobacterium longum*) administradas a pacientes con colitis ulcerosa mejoraron las manifestaciones clínicas y redujeron los marcadores inflamatorios de la mucosa intestinal en pacientes con colitis ulcerosa activa.

Diarrea aguda

Los oligosacáridos podrían colaborar en la defensa natural contra las infecciones entéricas de dos maneras: actuando como los análogos del receptor e impidiendo la adhesión de los patógenos al epitelio intestinal, interactuando mediante un mecanismo inmunológico, o indirectamente modificando la microflora intestinal, inhibiendo los coliformes y manteniendo el trofismo de la mucosa, potenciando el efecto de las llamadas "bacterias amigas"¹⁰.

Evitar la traslocación bacteriana

Los probióticos desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento de la flora bacteriana intestinal local, que actúa como mecanismo defensivo del huésped, impidiendo la traslocación bacteriana (paso de gérmenes intestinales a través de la pared a órganos que normalmente son estériles, como los ganglios mesentéricos, hígado, bazo, pulmón y páncreas) lo que podría originar una sepsis⁵.

Se ha demostrado que la administración de fibra como la etilhidroxihetilcelulosa disminuye la incidencia de traslocación bacteriana en modelos experimentales. El tratamiento con oligosacáridos no digeribles como la lactulosa, el lactitol, la oligofruktosa y la inulina estimulan el crecimiento de las bacterias "amigas" (bifidobacterias y lactobacilos) que pueden inhibir a las potencialmente patógenas.

Las enfermedades hepáticas, ictericia obstructiva, enfermedad hepática fulminante y cirrosis, representan tres situaciones que se acompañan de infecciones por bacterias intestinales, y esta traslocación bacteriana causa la patogenia de las infecciones que pueden conducir a una pancreatitis, peritonitis, etc.

Cáncer de colon

Se ha demostrado en experimentación animal el efecto protector de los prebióticos en el cáncer de colon, por su efecto sobre las bacterias intestinales, su contribución a la modulación de la inmunidad entérica y la protección frente a los efectos de los carcinógenos. La administración de una dieta con oligofruktosa e inulina disminuyó la incidencia de criptas aberrantes en el colon distal del ratón después de la exposición a dimetilhidracina y la incidencia y mortalidad por infecciones entéricas y sistémicas. Se estima que la resistencia a la infección se explicaría como una respuesta inmunológica positiva debida al cambio metabólico de las bacterias residentes en el intestino inducido por los prebióticos¹¹.

Paciente crítico

Los pacientes críticamente enfermos que reciben alimentación parenteral y tratamiento antibiótico concomitante pueden presentar una diarrea grave rebelde con disbacteriosis. Además del tratamiento adecuado a su enfermedad de base, estos pacientes pueden mejorar si se inicia lo más pronto posible la alimentación enteral, que aportará compuestos no digeribles con efecto prebiótico, reforzará el sistema inmunológico y el desarrollo de la flora probiótica. Asimismo, aportarán nutrientes como los AGCC, ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos, poliaminas, vitaminas y antioxidantes³.

Regulación del metabolismo lipídico

Los criterios que definen un prebiótico los cumplen la inulina y la oligofructosa, que se engloban con el nombre genérico de fructanos. Son hidratos de carbono polimerizados con enlaces β , no digeribles, en el intestino delgado, pero que se dispersan en el contenido acuoso intestinal. Comparten propiedades biológicas y fisicoquímicas con la fibra soluble dietética (gomas, mucílagos y peptinas) con un efecto hipocolerolemiante, atribuido a la fijación de ácidos biliares y al aumento en la excreción fecal de éstos¹². La función más importante en el metabolismo lipídico la ejercen a través del efecto prebiótico de los fructanos y los oligosacáridos, de la fermentación de éstos por las bacterias probióticas en el colon, debido a un efecto fisiológico sistémico derivado de la absorción de los productos de la fermentación, especialmente de los AGCC.

La administración de altas dosis de fructanos a los animales de experimentación ha demostrado una disminución de los triglicéridos secundaria a una disminución del VLDL-C sérico.

Absorción y biodisponibilidad de los micronutrientes

La administración de prebióticos como la inulina, oligofructosa, glucooligosacáridos y galactooligosacáridos como la lactulosa, parece estimular la absorción y retención de varios minerales y mejorar la mineralización ósea. Estudios realizados en experimentación animal ponen de manifiesto que, cuando se añaden prebióticos a la dieta, se obtiene una mayor absorción y biodisponibilidad del calcio, y en menor proporción del magnesio, cinc y hierro.

La oligofructosa previene la pérdida de la estructura trabecular en el hueso de ratas ovariectomizadas, siempre que la ingesta de calcio sea elevada, ya que el efecto esti-

mulante del metabolismo óseo es dependiente de la dosis. En seres humanos, los hallazgos no son tan concluyentes, debido a que los efectos de los prebióticos sobre el metabolismo óseo dependen de otros factores como el tipo de hidrato de carbono elegido, de su índice de fermentación por la flora intestinal de la dosis administrada, del tiempo de administración, y finalmente de la edad del paciente (niño, adolescente), de su maduración y de la zona elegida para medir la mineralización ósea.

Durante la lactancia, etapa de máxima vulnerabilidad del ser humano, tiene una gran importancia la biodisponibilidad óptima de los micronutrientes. Las deficiencias de hierro y cinc son las más frecuentes en esta etapa de la vida. Se ha establecido una relación entre la anemia ferropénica en los primeros años de la vida y el retraso en el desarrollo intelectual. Las deficiencias de cinc, aunque sean leves, se relacionan con efectos adversos sobre el crecimiento, la función inmunitaria, el desarrollo y la actividad. La deficiencia de calcio y magnesio se relaciona a su vez con disminución del contenido mineral óseo y con hipomagnesemia¹³.

Para prevenir la ferropenia del lactante se recomienda reforzar con hierro los alimentos destinados a bebés, pero algunos los rechazan por su sabor. En este sentido existen datos de investigación reciente que muestran un posible efecto beneficioso de los prebióticos sobre la biodisponibilidad de los minerales y los oligoelementos incluidos en los alimentos. De ahí que el uso de oligosacáridos no digeribles (OND) añadidos a las leches para lactantes puedan ser una alternativa para aportarles elementos que favorezcan la absorción de los micronutrientes (Scientific Committee of Food de la European Commission).

En el adolescente es importante mantener una buena absorción de calcio, no sólo para conseguir un pico óptimo de masa

ósea, sino también para prevenir su pérdida y así poder evitar la osteoporosis y las fracturas en la edad adulta y en la tercera edad.

En estudios controlados, y administrando fructooligosacáridos, se evaluaron los resultados a largo plazo sobre la absorción de calcio y magnesio. Los fructooligosacáridos no influyeron en la absorción de calcio en determinaciones realizadas en orina a los 8 y a los 36 días, pero aumentaron la absorción de magnesio a los 36 días de tratamiento. En los casos en los que no se incrementó la cantidad de calcio excretado por orina, pero mejoró la mineralización ósea, se estima que el aumento en la absorción se manifestó como una elevación en la concentración del mineral captado por el tejido óseo, y el resultado fue un incremento de la masa ósea¹⁴.

Con relación al hierro se ha observado de forma experimental que al administrar a ratas con ferropenia una alimentación con 7,5% de fructooligosacáridos se incrementó la absorción de hierro. Esto se confirmó posteriormente en ratas gastrectomizadas. Cuando se realizó la misma prueba con inulina no se recuperaron los parámetros hematológicos¹⁵.

Con relación al magnesio, se ha observado que las dietas con un 5% de galactooligosacáridos aumentan la absorción de magnesio en ratas y también la concentración de magnesio en el suero y en el fémur, con una disminución de la acumulación de calcio en riñón y corazón. Además, la administración de un 10% de fructooligosacáridos incrementó la absorción de magnesio en ratas gastrectomizadas.

En algunos estudios efectuados en humanos se han observado efectos positivos de los compuestos prebióticos sobre la biodisponibilidad del calcio y del magnesio en situaciones de aumento de requerimientos como ocurre en la adolescencia.

En conclusión, hay una evidencia del efecto positivo de los prebióticos como la lactulosa, los fructooligosacáridos, los galactooligosacáridos y la inulina sobre la biodisponibilidad de los minerales y oligoelementos. Los compuestos prebióticos de fermentación fácil y rápida que dan lugar a una reducción importante del pH, a un efecto osmótico intenso y a una interacción con toda la superficie de absorción del colon, pueden ser los que incrementan la absorción de los minerales y oligoelementos. Por otra parte, los compuestos prebióticos que son fermentados en zonas más distales pueden potenciar la absorción de calcio y de magnesio a través de un efecto directo inducido por los AGCC sobre el mecanismo de intercambio protónico. De todo ello se deduce la importancia de la ingesta de mezclas de prebióticos. Parece ser que el uso combinado de prebióticos y probióticos (simbióticos) puede representar un sinergismo en la biodisponibilidad de minerales y oligoelementos.

Finalmente, y desde el punto de vista pediátrico, teniendo en cuenta la situación actual de la población con relación a su estado nutricional y de cara al futuro, nuestra propuesta es:

1. Informar sobre los beneficios de los alimentos funcionales, que deben consumirse dentro de una dieta saludable y equilibrada.
2. Instaurar un programa nutricional desde la infancia, fomentando el consumo de una dieta rica en cereales, frutas, vegetales, legumbres, aceite de oliva y pescado azul y blanco, que forman parte de la dieta mediterránea y atlántica, en la que abundan alimentos ricos en componentes funcionales.
3. Fomentar el ejercicio físico regular y adecuado a cada edad y estado físico.
4. Mantener un peso saludable.

El objetivo final es mejorar la calidad de vida de la población del siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

1. International Life Science Institute. ILSI Europe. FUFOSSE: scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus Document. *Br J Nutr.* 1999;81:1-27.
2. Marcos Sánchez A, González Gross M, Gómez Martínez S, Nova Rebato E, Ramos Mosquera E. Alimentos funcionales. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición. Tomo II.* Barcelona: Ars Medica; 2005. p. 543-70.
3. Tojo Sierra R, Leis Trabazo R, Tojo González R. Probióticos y prebióticos en la salud y enfermedad del niño. *Gastroenterol Hepatol.* 2003;26 Supl 1:37-49.
4. Gibson GR, Probert HM, Van Loo J, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev.* 2004;17: 259-75.
5. Soriano G, Guarner C. Prevención de la traslocación bacteriana mediante prebióticos y probióticos. *Gastroenterol Hepatol.* 2003; 26 Supl 1:23-30.
6. Fanaro S, Chierici R, Guerrini P, Vigi V. Intestinal microflora in early infancy: composition and development. *Acta Paediatr.* 2003;441 Supl:48-55.
7. Kunz C, Rodríguez-Palmero M, Koletzko B, Jensen R. Nutritional and biochemical properties of human milk, part I. *Clin Perinatol.* 1999; 26:307-33.
8. Aggett PJ, Agostoni C, Axelsson I, Edwards CA, Goulet O, Hermell O, et al. Non-digestible carbohydrates in the diets of infants and young children: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2003; 36:329-37.
9. Furrie E, Macfarlane S, Kennedy A, Cummings JH, Walsh SV, O'Neill DA, et al. Synbiotic therapy (Bifidobacterium longum/Synergy1) initiates resolution of inflammation in patients with active ulcerative colitis: a randomized controlled pilot trial. *Gut.* 2005;54:242-9.
10. Erney RM, Malone WT, Skelding MB, Marcon AA, Kleman-Leyer KM, O'Ryan ML, et al. Variability of human milk neutral oligosaccharides in a diverse population. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2000;30:131-3.
11. Buddington KK, Donahoo JB, Buddington RK. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. *J Nutr.* 2002;132:472-7.
12. Ros E. Prebióticos y probióticos en la regulación del metabolismo de los lípidos. *Gastroenterol Hepatol* 2003;26 Supl 1:31-6.
13. Bongers A, Van den Heuvel EGHM. Compuestos prebióticos y biodisponibilidad de minerales y oligoelementos. *Gastroenterol Hepatol.* 2003;26 Supl 1:50-63.
14. Griffin IJ, Davila PM, Abrams SA. Non-digestible oligosaccharides and calcium absorption in girls with adequate calcium intakes. *Br J Nutr.* 2002;87:S187-S91.
15. Sakai K, Ohta A, Takasaki M, Tokunaga T. The effect of short chain fructooligosaccharides in promoting recovery from post-gastrectomy anemia stronger than that of inulin. *Nutr Res.* 2000;20:403-12.