

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 61

SEPTIEMBRE 2011

Nº3

Contenido

| | Páginas |
|---|---------|
| ARTICULOS GENERALES | |
| Carotenoides y su función antioxidante: revisión María Elena Carranco Jáuregui, Ma. de la Concepción Calvo Carrillo, Fernando Pérez-Gil Romo | 233 |
| PERSPECTIVA | |
| Zinc en la terapia del síndrome de déficit de atención e hiperactividad en niños. Un estudio controlado aleatorio preliminar. José Zamora, Álvaro Velásquez, Ledia Troncoso, Patricia Barra, Karen Guajardo, Carlos Castillo-Duran | 242 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN | |
| Bioquímica Nutricional Manifestaciones clínicas y cambios en la química sérica y tisular en ratas tratadas con vitamina D₃ (calciferol) Alarcón-Corredor O.M., Villarroel J, Alfonso R, Rondón C | 247 |
| Nutrición y Salud Pública Evaluación de la alimentación en mujeres atendidas por el Sistema de Salud Público chileno I. Pereyra G., M. Erazo B..... | 254 |
| A anorexia nervosa e fatores associados em adolescentes do sexo feminino, em município do sul do Brasil Ana Paula Cestari Rodrigues Hulsmeier, Sonia Silva Marcon, Rosângela Getirana Santana, Daniel Kállas | 262 |
| Nutrición y Obesidad Dietary patterns are associated with overweight and obesity in Mexican school-age children Sonia Rodríguez-Ramírez, Verónica Mundo-Rosas, Armando García-Guerra, Teresa Shamah-Levy | 270 |

| | |
|--|-----|
| Fatores associados à adiposidade em adolescentes do sexo feminino eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal: elaboração de um modelo de risco | |
| Poliana Ribeiro Vieira, Eliane de Faria, Franciane de Faria, Naiara Sperandio, Cristiana Araújo, Roberta Stofeles, Daniela Alves, Sylvia do Carmo Castro, Josefina Bressan, Silvia Eloiza..... | 279 |
| La obesidad en niños mexicanos en edad escolar se asocia con el consumo de alimentos fuera del hogar: durante el trayecto de la casa a la escuela | |
| Teresa Shamah-Levy, Lucia Cuevas-Nasu, Ignacio Méndez-Gómez-Humarán, Alejandra Jimenez-Aguilar, Alfonso J. Mendoza-Ramírez, Salvador Villalpando..... | 288 |
| Educación Nutricional | |
| Regulación de la publicidad televisiva de alimentos para prevenir la obesidad infantil | |
| Catalina González Hidalgo, Eduardo Atalah Samur. | 296 |
| Cambios en el patrón de consumo de alimentos en escolares chilenos con la implementación de un kiosco saludable. | |
| Nelly Bustos, Juliana Kain, Bárbara Leyton, Fernando Vio | 302 |
| Consumo de Alimentos | |
| Conocimientos nutricionales y frecuencia de consumo de alimentos: un estudio de caso | |
| Adriana Gámbaro, Laura Raggio, Cecilia Dauber, Ana Claudia Ellis, Zenia Toribio | 308 |
| Fortificación de Alimentos | |
| Disponibilidad potencial in vitro de hierro y zinc en una dieta infantil con pan fortificado con distintas fuentes de hierro o con agregado de promotores de la absorción. | |
| Binaghi María J, Cagnasso Carolina E, Pellegrino Nestor R, Drago Silvina R, Gonzalez Rolando, Ronayne Patricia A, Valencia Mirta E..... | 316 |
| Ciencia de Alimentos | |
| Time-dependence of Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) index in Chilean apples and berries | |
| Carolina Henríquez, Camilo López-Alarcón, Maritza Gómez, Mariane Lutz, Hernán Speisky..... | 323 |
| INFORMACION PARA LOS AUTORES | 333 |

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 61

SEPTEMBER 2011

Nº3

Contents

| | Pages |
|--|-------|
| GENERAL ARTICLES | |
| Carotenoids and their antioxidant function: A review María Elena Carranco Jáuregui, Ma. de la Concepción Calvo Carrillo, Fernando Pérez-Gil Romo | 233 |
| PERSPECTIVE | |
| Zinc in the therapy of the attention-deficit/hyperactivity disorder in children. A preliminar randomized controlled trial José Zamora, Álvaro Velásquez, Ledia Troncoso, Patricia Barra, Karen Guajardo, Carlos Castillo-Duran..... | 242 |
| RESEARCH PAPERS | |
| Nutritional Biochemistry | |
| Clinical signs and changes in serum and tissue chemistry in rats treated with vitamin D₃ (calciferol). Alarcón-Corredor O.M., Villarroel J, Alfonso R, Rondón C | 247 |
| Nutrition and Public Health | |
| Evaluation of the diet of women attended by the Chilean public health system I. Pereyra G., M. Erazo B..... | 254 |
| In anorexia nervosa and associated factors in female adolescents city in south of Brazil Ana Paula Cestari Rodrigues Hulsmeier, Sonia Silva Marcon, Rosângela Getirana Santana, Daniel Kállas | 262 |
| Nutrition and Obesity | |
| Dietary patterns are associated with overweight and obesity in Mexican school-age children Sonia Rodríguez-Ramírez, Verónica Mundo-Rosas, Armando García-Guerra, Teresa Shamah-Levy | 270 |

| | |
|--|-----|
| Factors associated with adiposity in normal weight female adolescents with adequate and high percent body fat: elaborating a risk model | |
| Poliana Ribeiro Vieira, Eliane de Faria, Franciane de Faria, Naiara Sperandio, Cristiana Araújo, Roberta Stofeles, Daniela Alves, Sylvia do Carmo Castro, Josefina Bressan, Silvia Eloiza..... | 279 |
| Obesity in Mexican school age children is associated with out of-home food consumption: in the journey from home to school | |
| Teresa Shamah-Levy, Lucia Cuevas-Nasu, Ignacio Méndez-Gómez-Humarán, Alejandra Jimenez-Aguilar, Alfonso J. Mendoza-Ramírez, Salvador Villalpando..... | 288 |
| Nutrition Education | |
| Regulation of food advertising on television for the prevention of childhood obesity | |
| Catalina González Hidalgo, Eduardo Atalah Samur. | 296 |
| Changes in food consumption pattern among Chilean school children after the implementation of a healthy kiosk | |
| Nelly Bustos, Juliana Kain, Bárbara Leyton, Fernando Vio | 302 |
| Food Consumption | |
| Nutritional knowledge and consumption frequency of foods – a case study | |
| Adriana Gámbaro, Laura Raggio, Cecilia Dauber, Ana Claudia Ellis, Zenia Toribio. | 308 |
| Food Fortification | |
| Iron and zinc in vitro potential availability in an infant diet with fortified bread with different iron sources or with the addition of different iron absorption promoters. | |
| Binaghi María J, Cagnasso Carolina E, Pellegrino Nestor R, Drago Silvina R, Gonzalez Rolando, Ronayne Patricia A, Valencia Mirta E..... | 316 |
| Food Science | |
| Time-dependence of Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) index in Chilean apples and berries | |
| Carolina Henríquez, Camilo López-Alarcón, Maritza Gómez, Mariane Lutz, Hernán Speisky..... | 323 |
| INFORMATION FOR AUTHORS | 333 |

Carotenoides y su función antioxidante: Revisión

María Elena Carranco Jáuregui, Ma. de la Concepción Calvo Carrillo, Fernando Pérez-Gil Romo.

Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
México, D.F., México.

RESUMEN. Los antioxidantes naturales presentes en los vegetales y en algunos animales han sido estudiados por su papel en la protección de diversas enfermedades como ciertos tipos de cáncer, enfermedades del corazón y la degeneración macular relacionada con la edad. Evidencia experimental sugiere que estos compuestos son importantes en la protección de macromoléculas biológicas contra el daño oxidativo. La búsqueda de nuevos y más eficientes antioxidantes al parecer va dirigida a los carotenoides, que han demostrado que a través de su consumo puede disminuir la incidencia de ciertas enfermedades. Además representan una fuente de provitamina A, y presentan una actividad antioxidante en la célula al actuar en la neutralización de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno producidas como parte del metabolismo celular. Esta publicación tiene como objetivo revisar aspectos básicos y clínicos de investigaciones realizadas que asocian la ingesta de carotenoides con cáncer, enfermedades del corazón y la degeneración macular relacionada con la edad. Primero se identificaron los conceptos básicos sobre el papel que desempeñan los carotenoides en el metabolismo; posteriormente se revisó la evidencia clínica que muestra como la ingesta de carotenoides reducen ciertas enfermedades. Por último se discuten algunos de los resultados de investigaciones.

Palabras clave: Carotenoides, actividad antioxidante, especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, prevención de enfermedades.

SUMMARY. Carotenoids and their antioxidant function: A review. Natural antioxidant in vegetables, and in some animals have been studied by their action in the protection of a considerable number of diseases, such as, certain types of cancer, cardiovascular diseases, and age-related macular degeneration. Experimental evidences suggest that these compounds are important for protecting biological macro-molecules against oxidative damage. The search of new and more efficient antioxidants appears to be directed with carotenoids which have demonstrated that their consumption may reduce the incidence of certain diseases. In addition they represent a provitamin A source, and their actual antioxidant activity in the cell by participating in the neutralization of reactive oxygen species, and nitrogen produced, as a part of the cellular metabolism. This paper is focused to review basic and clinical aspects of investigations which have been associated with the intake of carotenoids with cancer, heart diseases, and age-related macular degeneration; the above all, we have tried to identify basic concepts of the role of the carotenoids and their metabolism; after that, we have reviewed clinical evidence that show how the intake of carotenoids reduces certain diseases. Finally, we discuss some of the results of investigation.

Key words: Carotenoids, antioxidant activity, reactive oxygen species and nitrogen, diseases prevention.

INTRODUCCIÓN

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los carotenoides y su función como antioxidantes con el objetivo de describir un tema que en la actualidad es de gran interés como las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno. Se han llevado a cabo investigaciones que vinculan la ingestión de carotenoides con la prevención y/o disminución de riesgo e incidencia de ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y degenerativas relacionadas con la edad. En este trabajo

se presenta una visión general sobre conceptos, clasificaciones y características de los carotenoides como antioxidantes; se explican brevemente los mecanismos por los cuales se producen los daños de las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno sobre el organismo y finalmente se abordan algunas investigaciones que vinculan a los carotenoides con la salud.

ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS CAROTENOIDES

Desde el punto de vista químico, los carotenoides

son tetraterpenos constituidos por unidades múltiples de isopreno con un anillo de ciclohexano sustituido e insaturado en cada uno de los extremos. Existen dos tipos de carotenoides: los carotenos, que no contienen oxígeno en sus anillos terminales y las xantofilas que si los tienen. Las funciones oxigenadas más comunes son los grupos hidroxilo (OH) y epoxi (epóxidos 5,6- ó 5,8-). También se encuentran los grupos aldehído (CHO), ceto (C=O), carboxi (CO₂H), carbometoxi (CO₂Me) y metoxi (Ome). Se han aislado y caracterizado más de 600 carotenoides, pero este número es menor en los alimentos (1).

Los carotenoides son pigmentos liposolubles naturales sintetizados por las plantas, algas y bacterias fotosintéticas (2-5). Por su insaturación son sensibles al oxígeno, metales, ácidos, peróxidos, calor, luz y a las lipoxigenasas (6, 7). Algunos de éstos tienen la capacidad para actuar como provitamina A, dependiendo de la presencia de la β-ionona así como la conversión en retinol por los animales. Aproximadamente 50 de ellos serían precursores de vitamina A basándose en consideraciones estructurales. Virtualmente todas las muestras de alimentos carotenogénicos de plantas analizados hasta la fecha contienen β-caroteno como constituyente principal o menor. De esta manera, este carotenoide es importante por tener dos anillos de β-ionona al cual se le asigna un 100% de actividad. Otros carotenoides con actividad de provitamina A son: α-caroteno (50-54%), β-zeacaroteno (20-40%), γ-caroteno (50-52%), β-criptoxantina (50-60%) y β-apo-8'-carotenal (72%), mientras que las xantofilas zeaxantina, luteína, licopeno, astaxantina y violaxantina no son precursores de esta vitamina (8).

Distribución de los carotenoides en los alimentos

La característica distintiva de los carotenoides es el extenso sistema de dobles enlaces conjugados, denominado cadena poliénica. Esta parte de la molécula conocida como cromóforo es responsable de la capacidad de los carotenoides de absorber luz en la región visible y, en consecuencia, de su gran capacidad de coloración (1). En las verduras el contenido en carotenoides sigue el modelo general de los cloroplastos de todas las plantas superiores siendo de mayor a menos cantidad la luteína, β-caroteno, violaxantina, neoxantina, zeaxantina, β-criptoxantina y anteraxantina. En frutos las xantofilas se encuentran en mayor proporción, aunque en algunos

casos, como en el jitomate, el licopeno es el más abundante. Se ha reportado que en ciertas frutas solo están presentes uno o dos carotenoides, este es el caso del género *Capsicum* (pimientos) que contienen capsantina y capsorubina (Tabla 1) (1, 9).

TABLA 1
Presencia de carotenoides en diferentes alimentos.

| Carotenoides mayoritarios | Fuente |
|--|---|
| α- y β-caroteno | Zanahoria (<i>Daucus carota</i>) |
| Licopeno | Tomates (<i>Lycopersicum spp</i>) |
| Luteína/Zeaxantina | Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), cempasúchil (<i>Tagetes erecta</i>), huevo de gallina |
| Violaxantina, β-criptoxantina, luteína/ zeaxantina | Naranja (<i>Citrus sinensis</i>) |
| Astaxantina | Salmón (<i>Salmo spp</i>), crustáceos, microalgas y levaduras |
| Cantaxantina | Crustáceos |
| Crocentina | Azafrán (<i>Crocus sativus</i>) |

Fuente: (1, 9).

Los factores que influyen en la presencia de carotenoides son el genotipo, manejo pre cosecha, estado de madurez, así como las operaciones de procesado y conservación. Entre éstos la temperatura e intensidad de la luz tienen una gran influencia en el contenido de los carotenoides. Así mismo, se ha estudiado el efecto que las operaciones de procesado, cortado, lavado, envasado y conservación, tienen sobre el contenido de estas moléculas (10). Durante el procesamiento y almacenamiento la oxidación y los cambios estructurales al aplicar calor son los principales factores que los alteran. El empaquetado de alimentos congelados y esterilizados en atmósferas libres de oxígeno ayuda a mantener el contenido de carotenoides (4). Sin embargo, el tipo de suelo, riego y fertilización no afectan significativamente el contenido de éstos (1, 10-15).

Antioxidantes

Actualmente se habla de alimentos funcionales, es decir, aquellos que tienen grupos de compuestos qui-

micos que ejercen un efecto directo en la salud debido a que actúan directamente en la prevención o reducción de alguna enfermedad. Dentro de este nuevo esquema, se ha identificado un grupo químico que tiene la principal característica de actuar como antioxidantes (16). Éstos se han clasificado en dos sistemas: el enzimático (endógeno) y el no enzimático (exógeno). El primero se basa en una defensa que incluye a la superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, tioredoxina reductasa y al glutatión reductasa. La superóxido dismutasa permite la disminución del ión superóxido en peróxido de hidrógeno y cuya acumulación se evita por el sistema de catalasa/glutatión peroxidasa, transformándolo en oxígeno no molecular, agua y glutatión oxidado. Cuando este sistema se sobrepasa, se presenta una sobreproducción de iones superóxido ($O_2^{\cdot -}$) y de peróxido de hidrógeno (H_2O_2), dando lugar al radical oxhidrilo ($OH\cdot$) que es una molécula altamente reactiva alterando la estructura de proteínas, ácidos nucleicos y lípidos (Tabla 2) (16).

TABLA 2
Reacciones de importancia en relación con la tensión oxidativa en las células sanguíneas y de varios tejidos.

| | |
|--|--|
| 1) Producción de superóxido (subproducto de varias reacciones) | $O_2 + e^- \rightarrow O_2^{\cdot -}$ |
| 2) NADPH-oxidasa | $2 O_2 + NADPH \rightarrow 2 O_2^{\cdot -} + NADP + H^+$ |
| 3) Superóxido dismutasa | $O_2^{\cdot -} + O_2^{\cdot -} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ |
| 4) Catalasa | $H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$ |
| 5) Mieloperoxidasa | $H_2O_2 + X^- + H^+ \rightarrow HOX + H_2O$ ($X^- = Cl^-, Br^-, SCN^-$) |
| 6) Glutatión peroxidasa (dependiente de Se) | $2GSH + R-O-OH \rightarrow GSSG + H_2O + ROH$ |
| 7) Reacción de Fenton | $Fe^{2+} + H_2O \rightarrow Fe^{3+} + OH\cdot + OH^-$ |
| 8) Reacción de Haber-Weiss catalizada por hierro | $O_2^{\cdot -} + H_2O_2 \rightarrow O_2 + OH\cdot + OH^-$ |
| 9) Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PD) | $G6P + NADP \rightarrow 6 \text{ Fosfogluconato} + NADPH + H^+$ |
| 10) Glutatión reductasa | $G-S-S-G + NADPH + H^+ \rightarrow 2GSH + NADP$ |

Fuente: (17)

El segundo sistema es paralelo al primero y muy útil cuando éste se satura. Está formado por compuestos llamados depuradores de radicales libres; sin embargo, cuando se involucran a moléculas en las que el oxígeno ó nitrógeno son el elemento reactivo de su estructura, se les denomina especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ERON) (O_2^- , HO, NO), incluyendo en éstas a moléculas precursoras de los radicales libres (H_2O_2 , HONO"-). Dentro de los depuradores de estas ERON más conocidos están los tocoferoles, ácido ascórbico, flavonoides (quercitina, luteolina, catequinas), antocianinas, ácidos fenólicos y carotenoides (1, 11, 12, 16,18-22).

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS CAROTENOIDES Y SU EFECTO EN LA SALUD

Las funciones y acciones de los carotenoides están determinadas por las propiedades físicas y químicas de las moléculas. Primero, la geometría integral molecular (tamaño, tipo, presencia de grupos funcionales) es vital para asegurar que el carotenoide es afin con las estructuras celulares y subcelulares en la localización y orientación correcta que permite una eficiente función. Segundo, el sistema de dobles enlaces conjugados determina las propiedades fitoquímicas y reactividad química que forma la base de estas funciones. Además, las interacciones específicas con otras moléculas en la vecindad inmediata son cruciales para el funcionamiento correcto (23, 24).

Los carotenos son transportados en el organismo por el plasma, por lo que se ha considerado que algunos de ellos (α - o β - caroteno) podrían servir como biomarcadores para determinar la ingesta de vegetales y frutas y clarificar la relación dieta-enfermedad. Es el α -caroteno quien ha mostrado tener la mayor correlación con la ingesta (24-26). El mecanismo de acción de los carotenoides en la salud humana no se ha definido claramente. Una posible hipótesis es que los carotenoides, incluyendo pero no limitándose al β -caroteno, sirven como un supresor superóxido $O_2^{\cdot -}$ (forma altamente reactiva) y como antioxidante en la prevención del daño de las ERON a compuestos celulares críticos. Los carotenoides no actúan solos en este proceso ya que existe otro grupo de componentes dietarios y endógenos que también funcionan como antioxidantes. Debido a que los mecanismos que implican los efectos en la salud humana de estos agen-

tes o sus combinaciones no están bien definidos, la presunción de que están actuando solamente como antioxidantes in vivo limita, más que expandir, el horizonte conceptual. Un mejor termino para cualquier efecto benéfico o adverso, que se puede establecer a partir de los estudios epidemiológicos es como “modulador fisiológico” (25-27).

Los carotenoides tienen la capacidad de inactivar algunas especies de moléculas en estado de excitación electrónica principalmente las debidas a reacciones fotosensibles. Como se sabe, la luz puede convertir moléculas a una forma electrónicamente excitada de vida corta, pero que pueden interactuar con otras de su misma especie para formar una molécula estable. Esta última es la que puede reaccionar con una gran variedad de moléculas para iniciar las reacciones fotoquímicas (1). En algunas circunstancias se pueden iniciar dos tipos de reacciones: 1) reaccionar con varias moléculas y generar ERON que pueden dar lugar a reacciones diversas y dañar a las células; y 2) reaccionar directamente con el oxígeno y formar una molécula de oxígeno singulete. Esta molécula es extremadamente reactiva capaz de iniciar la peroxidación de lípidos al reaccionar con ácidos grasos saturados, de inactivar proteínas y enzimas al reaccionar con aminoácidos como metionina, histidina, triptófano o tirosina o bien de oxidar residuos de guanina en el ADN o ARN. Se ha demostrado que los carotenoides son muy efectivos para la inactivación de (1O_2); de esta manera los éstos pueden atrapar catalíticamente el (1O_2) y evitar el daño fotooxidativo iniciado por esta molécula reactiva (22,23).

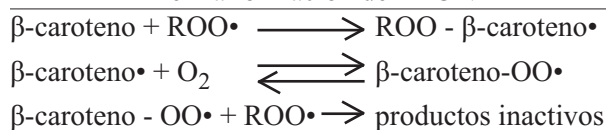
β -caroteno. Carotenoide con actividad de provitamina A, siendo 1 equivalente de actividad de retinol (EAR) (μg) igual a $1/12 \mu\text{g}$ de β -caroteno + $1/24 \mu\text{g}$ de otros carotenoides con actividad de provitamina A (28). Para hacer el cálculo de EAR para los carotenoides que actúan como provitamina A, deben tomarse en cuenta una serie de factores: tipo de carotenoide, matriz en la que se encuentre, tipo de proceso al que es sometido el alimento, interacciones entre carotenoides, grasa y fibra, el estado nutricional, edad e infección por parásitos (9). Esto ha traído como consecuencia el establecer procedimientos actualizados para el cálculo de los factores de conversión para los carotenos con actividad provitamina A (29).

El papel del β -caroteno en enfermedades coronarias ha sido objeto de una serie de estudios que pro-

porcionan datos que en ocasiones son contradictorios por lo que se ha propuesto que dicha prevención se debe más al consumo de alimentos ricos en β -caroteno que al pigmento en particular. Otros estudios han reportado que su relación es más eficiente en la protección del riesgo de cáncer en piel como consecuencia de la radiación UV. Ya que el β -caroteno inhibe a las ERON y al oxígeno singulete producido por la peroxidación lipídica en los liposomas y en los sistemas biológicos, actuando como agente fotoprotector que bloquea las reacciones fotoquímicas en la epidermis las cuales involucran al oxígeno singulete y a radicales de oxígeno generados por la exposición UV (9, 30).

Burton (31) propuso que la acción del β -caroteno frente al radical peroxilo generaría otro radical con el carbono central estabilizado por resonancia (Tabla 3).

TABLA 3
Participación del β -caroteno
en la formación de ERON



Fuente: (31)

Licopeno. En relación con el metabolismo vegetal, el licopeno es quien dá inicio a la síntesis de otros compuestos, constituyendo la base molecular de los carotenoides. La fuente alimenticia más importante de licopeno es el tomate (*Lycopersicum spp*) y sus derivados (salsa, kétchup, jugo, etc.).

Estudios epidemiológicos sugieren que el consumo de licopeno tiene un efecto beneficioso en la salud humana reduciendo la incidencia de las patologías cancerosas, sobre todo de pulmón, tracto digestivo, cardiovasculares y del envejecimiento, y en el caso del hombre se concentra principalmente en la próstata, lo que podría explicar su acción preventiva en la aparición de cáncer en este órgano (32). Giovannucci et al. (33), realizaron un estudio con 48,000 sujetos durante seis años, en donde concluyeron que el consumo frecuente de tomate y/o subproductos, redujeron en un 45% las posibilidades de desarrollar este tipo de cáncer. Otros beneficios reportados por el consumo de licopeno son la reducción en la incidencia de patologías cancerosas de pulmón y tracto digestivo, así como enfermedades cardiovasculares (ECV).

Sin embargo, Howard et al (34-37), no pudieron asociar el consumo de licopeno con una disminución

en el riesgo de cáncer de mama y las ECV en mujeres de edad madura. Estos investigadores sugieren que el licopeno dietario u otros fitoquímicos presentes en los productos del tomate con una base aceitosa u oleosa, proporcionan beneficios cardiovasculares; aunque estos resultados requieren la confirmación con otras cohortes donde se pueda asociar el consumo de licopeno y su concentración en plasma.

En 2005, el *Journal of Nutrition* publicó una serie de artículos sobre licopeno y su efecto en la salud, mencionando: 1) Las variaciones en los niveles de licopeno en plasma y el consumo de tomate en países europeos, 2) Investigaciones epidemiológicas sobre el licopeno y cáncer de próstata, 3) Consumo típico de licopeno, 4) Factores que modifican la biodisponibilidad, aumento y distribución de diferentes isómeros del licopeno, entre otros.

En relación al efecto del licopeno sobre los osteoblastos se ha publicado información que denota que no hay un consenso sobre su efecto: uno de ellos indica que estimula la proliferación celular y el otro no; sin embargo, ambos encontraron que tenía un efecto estimulador sobre la actividad de la alanina-fosfatasa (ALP), un marcador de diferenciación osteoblástica en células maduras. La discrepancia en el efecto del licopeno sobre la proliferación de las células puede ser diferente en especies o condiciones experimentales, por lo que se requieren más estudios para clarificar su acción sobre los osteoblastos (38,39).

Por otro lado, la ingeniería genética ha desarrollado plantas transgénicas de tomate con un mayor contenido de licopeno, fitoeno, y luteína (40).

Luteína/Zeaxantina. A diferencia de los carotenos, las xantofilas no poseen actividad provitamínica A. La zeaxantina es el estereoisómero de la luteína. Mediante una conversión enzimática, el organismo puede obtenerla a partir de luteína, cuya presencia en la naturaleza es mayor. Esta última actúa como filtro protector de las plantas frente a la luz azul del espectro por lo que se cree que en los tejidos humanos, como en la piel (30) y en la retina (9), actuaría de la misma manera.

Astaxantina. Es una xantofila presente en microalgas (*Haematococcus pluvialis* y *Chlorella zofingiensis*) en la levadura (*Phaffia rhodozyma*), crustáceos (camarón y langostino), peces (salmón) y algunas aves (flamingo) (41). En estos organismos la astaxantina se encuentra ligada a una proteína mediante enlaces no covalentes, formando compuestos estables e hidroso-

lubles de color azul-grisáceo o verdoso llamados carotenoproteínas(42). Al ser hidrolizados estos compuestos, ya sea por calentamiento (como sucede durante la cocción de los invertebrados comestibles), o por solventes orgánicos, se libera la astaxantina exhibiendo su característico color rojo-naranja. En algunos casos, el compuesto puede estar asociado firmemente con el material tegumentario como la quitina o el carbonato de calcio, impidiendo su completa extracción aún con solventes orgánicos (43). La astaxantina ha llamado la atención por su alto potencial bioactivo que incluye su actividad antioxidante, anticancerígena, antidiabética y antiinflamatoria y por sus efectos protectores en los sistemas gástrico, hepático, neurológico, cardiovascular, ocular y piel que en muchos casos es más potente que el de otros carotenoides (44-49).

ESTUDIOS DE LOS CAROTENOIDES Y LA SALUD HUMANA

Durante los últimos años (2005-2011), las pruebas epidemiológicas que apoyan un efecto protector de los carotenoides frente al desarrollo de enfermedades crónicas y degenerativas han crecido considerablemente. La hipótesis de que nutrientes antioxidantes (β -caroteno, luteína/zeaxantina, licopeno, astaxantina, entre otros) puedan jugar un papel preventivo frente al cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y degeneración macular por la edad se basa en pruebas experimentales que sugieren que estos compuestos funcionan como antioxidantes, moduladores de la respuesta inmune, modificadores de procesos inflamatorios y de transducción de señales en y entre células. Esto aunado a la distribución preferencial a determinados tejidos, permite el planteamiento de mecanismos biológicos por los cuales estos compuestos pueden disminuir el riesgo de enfermedades crónicas (7, 50-79).

Sin embargo, los carotenoides pueden perder su acción antioxidante a concentraciones altas o a una presión parcialmente alta de oxígeno (pO_2) en los sistemas biológicos, por lo que han mostrado una tendencia a actuar como prooxidantes y los primeros en demostrar esta acción fueron Burton e Ingold (80).

Diversos estudios *in situ* han tratado de identificar la naturaleza de los productos provenientes de la oxidación de los carotenoides. La interacción del β -caroteno con el humo del cigarro en un sistema modelo ha producido principalmente el 1-nitro- β -caroteno y el 4-

nitro- β -caroteno, quienes reaccionarían con el oxígeno formando radicales peroxilo. Estos compuestos estarían actuando con los lípidos provocando una alteración en el carotenoide o en pO_2 que tendría una influencia en la concentración del radical peroxil-carotenoide o en la autooxidación del carotenoide. Sin embargo no hay suficiente evidencia que valide la hipótesis de que los carotenoides pueden actuar como prooxidantes en un sistema biológico, por lo que se puede considerar como una tendencia en la disminución de su actividad antioxidante (23).

Otras investigaciones mencionan que la actividad antioxidante de los carotenoides puede cambiar a actividad prooxidante, dependiendo del potencial redox de las moléculas de los carotenoides así como del medio ambiente en el que actúan. El potencial prooxidante de estos compuestos está determinado por varios factores, incluyendo oxígeno, concentración de carotenoides y sus interacciones con otros antioxidantes (81).

CONCLUSIONES

Con los resultados de las investigaciones realizadas hasta el momento quedan aun preguntas por resolver; sin embargo, con los datos disponibles en la actualidad es posible señalar que existe un efecto positivo entre los carotenoides y su acción preventiva de ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y aquellas relacionadas con la edad.

Su acción prooxidante deberá definirse para poder establecer las condiciones adecuadas bajo las cuales se aseguren los efectos benéficos por el consumo de alimentos con alto contenido en carotenoides.

REFERENCIAS

- Rodríguez-Amaya DB. Carotenoides y Preparación de alimentos: La retención de los carotenoides Provitamin A: En: Alimentos preparados, procesados y almacenados. OMNI Project, Brazil. 1999.
- Bauernfeind JC. Carotenoid of vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. *J Agric Food Chem.* 1972; (20): 456-73.
- Emodi A. Carotenoids: Properties and applications. *Food Technol.* 1978; (32): 38-42, 78.
- Kläui H, Bauernfeind JC. Carotenoids as food colors. En: Bauernfeind JC, Editor. Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Academic Press, New York, 1981.
- Gordon HT, Bauernfeind JC. Carotenoids as food colorants. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1982; (18): 59-97.
- Badui DS, Bourges RH, Anzaldúa MA. Química de los Alimentos. 3ª. Ed. Editorial Pearson, México. 1997. 645 Pp.
- Begoña OA, Granado FL, Blanco IN. Carotenoides y Salud Humana. Madrid: Editorial Fundación Española de la Nutrición. 2001. p. 13-63
- Rodríguez-Amaya DB. Critical review of provitamin A determination in plant foods. *J Micronutr Anal.* 1989; (5): 191-225.
- Meléndez-Martínez AJ, Vicario IM, Heredi FJ. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Arch Lat Nutr.* 2004; 54(2): 209-215.
- Gill IR, Haldar S, Boyd LA, Bennett R, Whiteford J, Butler M, et al. Watercress supplementation in diet reduces lymphocyte DNA damage and alters blood antioxidant status in healthy adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007; 85(2): 504-510.
- Rodríguez-Amaya DB. Nature and distribution of carotenoids in foods. En: Charalambous, G. Editor. Shelf-Life Studies of Foods and Beverages. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1993.
- Rodríguez-Amaya DB. Carotenoids and food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. U.A. Agency for International Development, John Snow, Inc/OMNI Project 1997.
- Wilberg VC, Rodríguez-Amaya BD. HPLC quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. *Lebensm-Wiss U Technol.* 1995; 28:474-80.
- Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, Aruoma OI. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. *Crit Rev Food Sci and Nutr.* 1995; 35(1/2):7-20.
- Anguelova T, Warthensén J. Lycopene stability in tomato powders. *J Food Sci.* 2000; 65(1): 67-70.
- Zamora SJD. Antioxidantes: Micronutrientes en lucha por la salud. Versión On-line doi: 10.4067/SO717-75182007000100002. Marzo 2007.
- Murray RK. Eritrocitos y leucocitos. En: Murray RK, Granner DK, Mayer PA, Rodwell VW, editors. *Bioquímica de Harper*, 24ª ed. Ed. El manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F., 1998; p. 863.
- Child R, Wilkinson D, Fallowfield J, Donnelly A. Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run. *Rev Cub Aliment Nutr.* 1998; 13(2): 104-11.
- Moreno-Alvarez M, Graterol L, Alvarado J. Carote-

- noides totales del pericarpio de algunos tipos de lechosa. *Rev Unellez Ciencia y Tecnología*. 1999; 17: 100-7.
- 20 Moreno-Alvarez MJ, Gómez C, Mendoza J, Belén D. Carotenoides totales en cáscaras de naranja *Citrus sinensis* L. Var. Valencia. *Rev Unellez Cien y Tecnol*. 1999; 17: 92-9.
 - 21 Padrón C y Moreno-Alvarez M. Extracción de colorantes de cáscaras de naranja *Citrus sinensis* L. por métodos no convencionales y su utilización para fortificar color en naranjadas. *Rev Unellez Cien y Tecnol*. 1999; 17: 125-140.
 - 22 Sánchez A, Flores-Cotera L, Langley E, Martin R, Maldonado G, Sánchez S. Carotenoides: estructuras, función, biosíntesis, regulación y aplicaciones. *Rev Lat-Amer Microbiol*. 1999; 41: 175-91.
 - 23 Young AJ, Lowe GM. Antioxidant and Prooxidant properties of carotenoids. *Archives of Biochem and Biophys*. 2001; 385(1):20-7.
 - 24 Britton G. Carotenoids. In: Britton G, Editor, 1991. *Methods in Plant Biochemistry*. Academic Press, London, pp. 473-518.
 - 25 Campbell DR. Plasma carotenoids as biomarkers of vegetable and fruit intake. *Dissertation Abstracts International*. 1996; B56 (10):5425.
 - 26 Drewnowski A, Rock CL, Henderson SA, Shore AB, Fischler C, Galan P, et al. Serum β -carotene and vitamin C as biomarkers of vegetable and fruit intakes in a community-based sample of French adults. *Am J Clin Nutr*. 1997; 65(6):1796-1802.
 - 27 Yeum KJ, Taylor A, Tang G, Russell RM. Measurement of carotenoids, retinoids and tocopherols in human lenses. *Invest Ophthalmol Vis*. 1995; 36: 2756-2761.
 - 28 Olmedilla B, Granado F, Southon S, Wright AJA, Clanco I, Gil-Martínez, Van den Berg H, Roussel AM, Corridan B, Thurnham DI, Chopra M. Baseline serum concentrations of carotenoids, vitamins A, E and C in control subjects from five European countries. *Br J Nutr* 2001; 85: 227-238.
 - 29 Campos FM, Rosado G P. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. 2007; 25(3): 571-578.
 - 30 Evans JA, Johnson EJ. The role of phytonutrients in skin health. *Nutrients*. 2010; 2(8): 903-928.
 - 31 Burton G. Antioxidant action of carotenoids. *J Nutrition*. 1989; 119: 109-111.
 - 32 Canene-Adams K, Campbell KJ, Zaripheh S, Jeffery HE, Erdman WJ. The Tomato As a Functional Food. *J Nutr*. 2005; 135:1226-30.
 - 33 Giovannucci E, Rimm EB, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J Natl Cancer Inst*. 2002; 94(5):391-8.
 - 34 Howard DS, Simin L, Gaziano JM, Buring JE. Dietary lycopene, tomato-based food products and cardiovascular disease in woman. *J Nutr*. 2003; 133:2336-41.
 - 35 Howard DS, Buring JE, Norkus EP, Gaziano JM. Plasma lycopene, other carotenoids and retinol and the risk of cardiovascular disease in woman. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79(1):47-53.
 - 36 Howard DS, Buring JE, Norkus EP, Gaziano JM. Plasma lycopene, other carotenoids, and retinol and the risk of cardiovascular disease in men. *Am J Clin Nutr*. 2005; 81(5):990-7.
 - 37 Howard DS, Buring JE, Zhang SM, Norkus EP, Gaziano JM. Dietary and plasma lycopene and the risk of breast cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2005; 14:1074-81.
 - 38 Rao LG, Mackinno ES, Josse RG, Murray TM, Strauss A, Rao AV. Lycopene consumption decreases oxidative stress and bone resorption makers in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2007; 18: 109-15. En: Arturo Alberto Vitale, Eduardo Alberto Bernatene, Alicia Beatriz Pomilio, editores. *Carotenoids in chemoprevention: Lycopene*. Acta Bioquím. Clín. Latinoam. v.44 n.2 La Plata mar./jun. 2010.
 - 39 Waliszewski KN, Blasco G. Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública México* 2010; 52:254-65. En: Arturo Alberto Vitale, Eduardo Alberto Bernatene, Alicia Beatriz Pomilio, editores. *Carotenoids in chemoprevention: Lycopene*. Acta Bioquím Clín Latinoam. v.44 n.2 La Plata mar./jun. 2010.
 - 40 Fraser DP, Romer S, Shipton AC, Mills BP, Kiano WJ, Misawa N, et al. Evaluation of transgenic tomato plants expressing an additional phytoene synthase in fruit-specific manner. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002; 99:1092-7.
 - 41 Fasset G, Coombes S. Astaxanthin: A potential therapeutic agent in cardiovascular disease. *Mar Drugs*. 2011; 9(3): 447-465.
 - 42 Foss Per, Trond S, Erland A, Synnøve L. Carotenoids in diets for salmonids: V. Pigmentation of rainbow trout and sea trout with astaxanthin and astaxanthin dipalmitate in comparison with canthaxanthin. *Aquaculture*. 1987; 65(3-4): 293-305.
 - 43 Guillou A, Khalil M, Adambounou L. Effects of silage preservation on astaxanthin forms and fatty acids profiles of processed shrimp (*Pandalus borealis*) waste. *Aquaculture*. 1994; 130:351-360.
 - 44 Comhaire FH, El Garem Y, Mahmoud A, Eertmans F, Schoonjans F. Combined conventional/antioxidant 'Astaxanthin' treatment for male infertility: a double blind, randomized trial. *Asian J. Androl*. 2005; 7: 257-262.
 - 45 Bloomer RJ, Fry A, Schilling B, Chiu L, Hori N,

- Weiss L. Astaxanthin supplementation does not attenuate muscle injury following eccentric exercise in resistance-trained men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005; 15: 401-412.
- 46 Chen H, Zhuo Q, Yuan W, Wang J, Wu T. Vitamin A for preventing acute lower respiratory tract infections in children up to seven years of age. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 23: CD006090.
- 47 Hussein G, Goto H, Oda S. Antihypertensive potential and mechanism of action of astaxanthin: III. Antioxidant and histopathological effects in spontaneously hypertensive rats. *Biol Pharm Bull.* 2006; 29:684-688.
- 48 Higuera-Ciapara I, Félix-Valenzuela L, Goycoolea FM. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2006; 46:185-196.
- 49 Yuan Jian-Ping, Peng J, Kai Y, Jiang-Hai W. Potential health-promoting effects of astaxanthin: A high-value carotenoid mostly from microalgae. *Mol Nutr Food Res.* 2011; 55:150-165.
- 50 Van Breda SG, Van Agen E, Van Sanden S, Burzykowski T, Kleinjans JC, van Delft JH. Vegetables affect the expression of genes involved in carcinogenic and anticarcinogenic processes in the lungs of female C57BI/6 Mice. *J Nutr.* 2005; 135:2546-52.
- 51 Kabagambe KE, Furtado J, Baylin A, Campos H. Some dietary and adipose tissue carotenoids. Are Associated with the Risk of Nonfatal Acute Myocardial Infarction in Costa Rica. *J Nutr.* 2005; 135:1763-9.
- 52 Daubrawa F, Sies H, Stahl W. Astaxanthin Diminishes Gap Junctional Intercellular Communication in Primary Human Fibroblasts. *J Nutr.* 2005; 135:2507-11.
- 53 Jing J, Sadao S, Jin X, Kiyonori K, Akihiro H, Kazuyuki A, Jingwen W, Teruo N, Masayo K, Nobuyuki K, Shinkan T. Plasma carotenoid [alpha]-tocopherol and retinol concentrations and risk of colorectal adenomas: A case-control study in Japan. *Cancer Letters.* 2005; 226(2): 133-141, 2005.
- 54 Senesse P, Touvier M, Kesse E, Faivre J, Boutron-Ruault MC. Use and associations of β -carotene and vitamin intakes with colorectal adenoma risk. *J Nutrition.* 2005; 135: 2468-2472.
- 55 Bermudez-Pirela V, Bermudez-Arias F, Leal-Gonzalez E. Quimiopreención del cáncer de mama: fronteras y horizontes. *AVFT.* 2005; 24(1): 32-41.
- 56 Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea N° 494- II Sem.* 2006; 161-172.
- 57 Madrid AE, Vásquez ZD, Leyton AF, Mandiola Ch, Escobar FJA. El consumo de *Lycopersicum esculentum* podría aumentar lipoproteínas de alta densidad (HDL) y disminuir el estrés oxidativo a corto plazo. *Rev Méd Chile.* 2006; 134(7): 855-862.
- 58 Ramirez-Moreno L, Olvera-Ramirez R. Uso tradicional y actual de spirulina sp. (*arthrospira sp.*). *INCI sep.* 2006; 31(9): 657-663.
- 59 Chin-Shiu Huang, Yang-En Fan, Chen-Yu Lin and Miao-Lin Hu. Lycopene inhibits matrix metalloproteinase-9 expression and down-regulates the binding activity of nuclear factor-kappa B and stimulatory protein-1. *J. of Nutritional Biochemistry* 2007; 18(7): 449-456.
- 60 Mohamed MR, Prem NY, Marynell R. Lycopene inhibits LPS-induced proinflammatory mediator inducible nitric oxide synthase in mouse macrophage cells. *J Food Sci.* 2007; 72(1): S069-S074.
- 61 Cruz ME, Espinosa PD, Bahr VP, Sanfiel VL. Marcadores bioquímicos del estrés oxidativo en pacientes hipertensos esenciales no tratados. *Rev Cubana Invest Bioméd.* 2007; 26(3): 1-9.
- 62 Rojas AC, Palou L, Cano A, Del Río MA, González MMC, Bermejo A. Efecto de la aplicación de Rayos X a dosis moderadas sobre los componentes bioactivos de mandarinas 'Clemenules'. *Rev Iberoamericana de Tec Postcosecha.* 2007; 8(2): 74-81.
- 63 Robles-Sánchez MM, Gorinstein S, Martín-Belloso O, Astiazarán-García H, González-Aguilar G, Cruz-Valenzuela R. Frutos tropicales mínimamente procesados: Potencial antioxidante y su impacto en la salud. *INCI. abr.* 2007; 32(4): 227-232.
- 64 Nilesh MK, Kota VR, Satish KS, Frederik JGM, van Kuijk. Carotenoid derived aldehydes-induced oxidative stress causes apoptotic cell death in human retinal pigment epithelial cells. *Experimental Eye Research.* 2008; 86(1): 70-80.
- 65 Hahn A, Mang B. Lutein and eye health-current state of discussion. *Med Monatsschr Pharm.* 2008; 31(8): 299-308.
- 66 Chung Hae-Yun, Anjos FAL, Epstein S, Paiva ARS, Castaneda CS, Johnson JE. Site-specific concentrations of carotenoids in adipose tissue: relations with dietary and serum carotenoid concentrations in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 2009; 90(3): 533-539.
- 67 Palozza P, Bellovino D, Simone R, Boninsegna A, Cellini F, Giovanni M, Gaetani S. Modulation of intracellular signaling pathways by carotenoids. *Carotenoids.* 2009; 5: 211-234.
- 68 Gomez-Salas G. Micronutrients and Chronic Diseases: Which Way Is The Scientific Evidence Pointing To? *Acta Méd Costarric.* 2009; 51(3): 147-154.
- 69 Tani M, Yoshimi K, Uto-Kondo H, Maki I, Saita E, Hirohito S, Hideaki K and Kazuo K. Astaxanthin suppresses scavenger receptor expression and matrix metalloproteinase activity in macrophages. *European J of Nutrition.* 2010; 49(2): 119-126.
- 70 Ma L, Lin XM. Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. *J Sci Food Agric.* 2010; 15(1): 2-12.

- 71 Evans A, Johnson J. The role of phytonutrients in skin health. *Nutrients*. 2010; 2(8): 903-928.
- 72 Yasul Y, Masashi H, Nana M, Kasuo M, Takuji T. Dietary astaxanthin inhibits colitis and colitis-associated colon carcinogenesis in mice via modulation of the inflammatory cytokines. *Chemico-Biological Interactions*. 2011; 19(1): 79-87.
- 73 Moret Y, López J, Sanchez C. Quimiopreención de condiciones potencialmente malignas y cáncer bucal. *Acta Odontol Venez. mar.* 2010; 48(1): 122-127.
- 74 Palomo I, Moore-Carrasco R, Carrasco G, Villalobos P, Guzmán L. Tomato consumption prevents the development of cardiovascular events and cancer. *Epidemiologic Antecedents and Mechanisms IDESIA*. 2010; 28(3): 121-129.
- 75 Vitale AA, Bernatene EA, Pomilio AB. Carotenoides en quimiopreención: Licopeno. *Acta Bioquím Clín Latinoam.* 2010; 44(2): 195-238.
- 76 Waliszewski KN, Blasco G. Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública Méx.* 2010; 52(3): 254-265.
- 77 Graziano Riccioni, Nicolantonio D'Orazio, Sara Franceschelli and Lorenza Speranza. Marine carotenoid and cardiovascular risk markers. *Mar Drugs*. 2011; 9(7): 1166-1175.
- 78 Rodrigo ME, Valdivieso R, Suarez S, Oriondo R, Oré R. Disminución del daño oxidativo y efecto hipoglucemiante de la maca (*Lepidium meyenii Walp*) en ratas con diabetes inducida por streptozotocina. *An Fac Med. ene/mar.* 2011; 72(1): 7-11.
- 79 Palozza P, Calviello G, Serini S, Maggiano N, Lanza P, Ranelletti FO, et al. Beta-carotene at high concentrations induces apoptosis by enhancing oxy-radical production in human adenocarcinoma cells. *Free Radical Biol and Med*. 2001; 30:1000-7.
- 80 Burton G, Ingold K. β -carotene an unusual type of lipid antioxidant. *Science* 1984; 224: 569-573.
- 81 Palozza P, Calviello G, Serini S, Moscato P, Bartoli GM. Supplementation with canthaxanthin affects plasma and tissue distribution of alpha-and gamma-tocopherols in mice. *J Nutr*. 1998; 128:1989-94.

Recibido 15-08-2011

Aceptado: 14-10-2011

Zinc en la terapia del síndrome de déficit de atención e hiperactividad en niños. Un estudio controlado aleatorio preliminar.

José Zamora, Alvaro Velásquez, Ledia Troncoso, Patricia Barra, Karen Guajardo, Carlos Castillo-Duran

Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina Campus Centro, Universidad de Chile.
Servicio de Neuropsiquiatría Infantil, Hospital San Boja-Arriarán. Chile.

RESUMEN. El síndrome de déficit de atención e hiperactividad (ADHD) es un trastorno neurológico/conductual que se inicia en la infancia. Se ha propuesto que el zinc tendría un potencial rol como terapia adjunta para el ADHD. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con zinc sobre la conducta, como terapia complementaria al metilfenidato, en niños con ADHD. En un estudio controlado, doble ciego, se seleccionaron 40 pacientes con criterios clínicos y psicométricos de ADHD, (31 niños, 9 niñas, 7-14 años de edad). Ellos fueron seleccionados aleatoriamente para recibir ya sea metilfenidato 0,3 mg/kg/d + placebo (sacarosa) (grupo placebo, GPL), o metilfenidato 0,3 mg/kg/d + zinc (sulfato) 10 mg/d (grupo Zn, GZN) por 6 semanas; se excluyeron 4 niños. Se tomó una muestra de 3 mL de sangre en el tiempo 0 y a las 6 semanas para el análisis de Zn plasmático; se aplicó en ambos tiempos a padres y profesores la escala abreviada de Conners para ADHD. Entre los resultados, El Zn plasmático fue normal en el tiempo 0 en ambos grupos, disminuyendo después de 6 sem., especialmente en el grupo GPL (GPL: $95,9 \pm 21,5$ a $77,9 \pm 15,5$; GZN: $90,3 \pm 9,1$ a $85,0 \pm 12,0$ $\mu\text{g/dl}$, NS). El test de Conners aplicado por los profesores mostró una aparente mejoría en GZN: GPL: 18 (9-28) a 16 puntos (2-26); GZN: 19 (6-24) a 11 puntos (3-23) ($p=0,07$), sin mejoría en el Conners aplicado por los padres: GPL: 19 (7-25) a 13 (3-22); GZN: 19 (7-25) a 11 (2-19). Se concluye que se observa una disminución en las concentraciones plasmáticas de Zn en ambos grupos, pero mayor en el grupo placebo. Con el suplemento de zinc se observa una aparente mejoría en los síntomas de ADHD, de acuerdo con la evaluación de Conners aplicada por profesores. Se requiere avanzar en el estudio de esta probable interacción entre zinc y metilfenidato.

Palabras clave: Zinc, déficit de atención, hiperactividad, metilfenidato, Conners

SUMMARY. Zinc in the therapy of the attention-deficit/hyperactivity disorder in children. A preliminary randomized controlled trial. The attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a neurological/behavioral disorder which begins in childhood. Zinc has a potential role as an adjuvant therapy for ADHD. The objective was to evaluate the effect of Zn supplementation on behavior, as a complementary therapy to methylphenidate, in pediatric patients with ADHD. In a controlled, double blind design, 40 patients with clinical criteria of ADHD (DSM-IV) and psychometric evaluation (WISC-R), were selected (31 boys and 9 girls, 7-14 years of age). They were randomized to receive methylphenidate 0.3 mg/kg/d + placebo (sucrose) (group placebo, GPL) or methylphenidate 0.3 mg/kg/d + zinc (sulfate) 10 mg/d (group Zn, GZN) for 6 weeks. A blood sample was drawn at time 0 and 6 weeks, for plasma Zn analysis. The teacher and parent ADHD rating scale (Conners' global index, CGI) was applied at both times. Among the results, plasma Zn was normal at time 0, decreasing especially in the GPL after 6 weeks (GPL: 95.9 ± 21.5 to 77.9 ± 15.5 ; GZN: 90.3 ± 9.1 to 85.0 ± 12.0 $\mu\text{g/dL}$; NS). The CGI by teachers showed a non-significant improvement with Zn: GPL: 18 (9-28) to 16 points (2-26); GZN: 19 (6-24) to 11 points (3-23) ($p=0.07$); no significant difference in the CGI by parents by groups was found: GPL: 19 (7-25) to 13 (3-22); GZN: 19(7-25) to 11(2-19). We conclude that a decrease in plasma Zn levels in both groups was found, greater in the placebo group. An apparent improvement in ADHD signs in children was observed with the Zn supplementation, according to the Conners global index by teachers.

Key words: Zinc, attention deficit, hyperactivity, methylphenidate, Conners

INTRODUCCIÓN

El síndrome de déficit de atención e hiperactividad (ADHD) es un trastorno heterogéneo neurológico conductual que comienza habitualmente en la infancia

y continúa hasta la edad adulta. El metilfenidato ha sido usado como terapia para el ADHD durante los últimos 50 años, con efectos positivos sobre la conducta, pero también con potenciales efectos adversos, incluyendo un retraso leve en el crecimiento, atribuible

según algunos autores a una posible interferencia en el metabolismo de zinc (1,2). Se han ensayado nuevas drogas tratando de incrementar la eficacia sobre el ADHD y disminuir los efectos adversos. En la pasada década, se han publicado algunos estudios que analizaban el rol de algunos micronutrientes como una terapia complementaria potencial para el ADHD, incluyendo el zinc (3, 4,6-8). Algunos de estos estudios fueron efectuados en niños de comunidades de Turquía con una alta prevalencia de deficiencia nutricional de zinc; no conocemos de estudios al respecto en Latinoamérica. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de zinc oral por 6 semanas, adicionado a metilfenidato, en niños con síndrome de déficit de atención e hiperactividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un estudio controlado, doble ciego, se seleccionaron aleatoriamente 40 niños (29 niños y 7 niñas, 7-14 años de edad), de entre 120 pacientes que reunían los criterios clínicos (DSM IV) y psicométricos (WISC -R) para ADHD. Los criterios de inclusión fueron: niños de uno u otro sexo, nacidos a término (≥ 37 semanas de edad gestacional), con un peso al nacer >2500 g, no gemelares y ausencia de enfermedades crónicas o retardo mental; se excluyeron 4 niños por pérdida durante el seguimiento. A los padres de los pacientes se les solicitó un consentimiento informado, el cual fue previamente aprobado por el Comité de Ética e Investigaciones del Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina y Servicio de Pediatría Hospital Clínico San Borja-Arriarán.

Todos los niños fueron medidos y pesados en ropa interior, en ayunas; el peso fue medido usando una balanza mecánica con ± 10 g de precisión (SECA Corp., Columbia, MD). La talla fue medida con una precisión de ± 0.1 cm con un estadiómetro (SECA Corp., Columbia, MD). La talla para la edad y el índice de masa corporal fueron calculados y comparados con los estándares de referencia de crecimiento OMS-NCHS 2007 (9). Los sujetos fueron asignados en forma aleatoria (bolsa negra con números asignados a cada grupo) para recibir ya sea metilfenidato 0,3 mg/Kg/d más una dosis de una solución que contenía el placebo (sacarosa) (grupo placebo, GPL), o metilfenidato 0,3 mg/Kg/d más una dosis de sulfato de zinc (10 mg Zn + sacarosa) (grupo zinc, GZN), que fueron

administradas por la madre en las mañanas, de lunes a viernes durante 6 semanas. El sulfato de zinc fue preparado en una solución al 2 % de Zn elemental. Los códigos fueron mantenidos secretos por el químico-farmacéutico de la unidad de farmacia del hospital hasta completar el análisis de los datos. La adherencia al tratamiento fue evaluada mediante la medición al control siguiente de las dosis remanentes de zinc y metilfenidato en los envases entregados cada 2 semanas. Una muestra de 3 mL de sangre fue extraída al tiempo 0 y otra igual a las 6 semanas (8:30-9:00 h AM), para el análisis de zinc plasmático. La sangre fue inmediatamente transferida a un tubo plástico libre de elementos traza con heparina (100 U). Las muestras de sangre fueron centrifugadas (2500 G) por 10 min, dentro de las primeras 2 horas de extraída y el plasma extraído fue guardado congelado a -20 °C. Todas las muestras fueron analizadas para Zn en una misma serie, por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer, model 2280, Norwalk, CT).

Se solicitó aplicar la escala abreviada de Conners constituida por 10 puntos (Conners' global index), al inicio y al término del estudio, por el profesor jefe del niño y por los padres (10,11). Para el análisis se utilizó el software estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v. 12.0. Como primer paso, se comprobó que los datos tuvieran una distribución normal, (Kolmogorov-Smirnov), que contrasta la hipótesis de existencia de normalidad. Al comprobar que los datos son normales, se pudo realizar el estudio de diferencia de medias con un análisis de simetría. La prueba t-student para dos muestras relacionadas permitió contrastar hipótesis referidas a la diferencia entre dos medias relacionadas. En este caso obtenemos los estadísticos para muestras relacionadas, su correlación y por último la prueba en si de 2 colas. Se consideró un error alfa de 0,05.

RESULTADOS

Tanto los varones como las niñas se encontraban dentro de los límites de normalidad para IMC y talla/edad; sin diferencias entre los grupos en el indicador talla/edad ni en IMC.

Las concentraciones plasmáticas de zinc al tiempo 0 estuvieron dentro de límites normales en ambos grupos; después de 6 semanas de seguimiento, en el GPL hubo un descenso de $95,9 \pm 21,5$ a $77,9 \pm 15,5$ $\mu\text{g/dL}$

($p < 0,01$) y en el GZn hubo un descenso de $90,3 \pm 9,1$ a $85,0 \pm 12,0$ $\mu\text{g/dL}$. Sin embargo la diferencia en la variación 0-6 semanas entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa. En el grupo GPL, 5 de los 17 niños presentaron al inicio un Zn plasmático bajo el límite de normalidad (80 $\mu\text{g/dL}$) y 8 niños lo presentaron a las 6 semanas; en el grupo GZN, 3 de los 19 niños presentaron concentraciones plasmáticas de Zn < 80 $\mu\text{g/dL}$ al inicio y 3 niños a las 6 semanas (NS).

No se observó diferencias en la variación de las encuestas abreviadas de Conners realizadas por los padres; en las realizadas por los profesores se observó una tendencia a un mejor desempeño en el grupo suplementado con Zn en comparación al que recibió placebo: grupo GZn: mediana de 19 puntos al inicio (límites: 6-24) disminuyó a 11 puntos a las 6 semanas (3-23); grupo GPL: mediana de 18 puntos al inicio (9-28) disminuyó a 16 puntos a las 6 semanas (2-26) (test de simetría; $p=0,07$) (Fig. 1). En esta misma encuesta completada por los profesores, 16/19 niños del grupo GZn tenían al inicio más de 14 puntos (considerado como sugerente de ADHD) y 5/19 a las 6 semanas; en el GPL 13/17 al inicio y 7/17 a las 6 semanas (NS).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran una disminución en las concentraciones plasmáticas de zinc después de 6 semanas de terapia con metilfenidato más placebo, con un descenso no significativo en el grupo que recibió Zn. Este resultado sugiere un efecto de la terapia con metilfenidato sobre el metabolismo del zinc.

Desde las primeras décadas de terapias con metilfenidato, hubo estudios que mostraron un posible efecto negativo del medicamento sobre el peso y la estatura, proponiéndose un efecto sobre el metabolismo del zinc como un mecanismo potencial (1, 2, 12, 13). Mattes et al (1), habían observado un descenso significativo en los percentiles de peso, descenso que fue evidente después de 2, 3 y 4 años de tratamiento con metilfenidato, pero no durante el primer año. Sin embargo, en otros estudios no se encontró diferencias significativas en el peso final, entre aquellos pacientes tratados con metilfenidato y los controles (2). Se ha sugerido que el descenso en el peso pudiera ser parte del mismo síndrome de déficit de atención y no consecuencia de la terapia con metilfenidato (14).

Aún no se conoce bien el mecanismo de acción del metilfenidato sobre el ADHD; tal vez produce un efecto estimulante sobre el sistema de alerta del tronco cerebral y la corteza. El metilfenidato incrementa la dopamina extracelular en el cerebro bloqueando transportadores de dopamina, los cuales han sido asociados con sus efectos terapéuticos (15). Después de una dosis oral, el efecto máximo sobre la conducta ocurre cuando la concentración sérica alcanza su máximo para luego declinar, con un 50% del máximo a las 2-3 horas. En escolares se pueden requerir de 2-3 dosis diarias (16); esto exige más adecuadamente una formulación de liberación prolongada que pueda ser administrada una vez al día, con un mejor perfil de farmacocinética. La dosis óptima de metilfenidato para niños con ADHD está entre 5 y 20 mg por administración. Algunos niños pequeños pueden requerir mayores dosis y algunos niños grandes pueden requerir dosis pequeñas, el ajuste por peso no cuenta en este campo. No hay diferencias en la absorción y metabolismo, los niños que responden a bajas dosis (5 mg por administración) tienen bajas concentraciones séricas de metilfenidato (4-5 ng/mL al T max) y aquellos que responden a altas dosis (20 mg por administración) tienen altas concentraciones séricas (12-15 ng/mL) (17).

No se conocen los mecanismos por los cuales el Zn puede contribuir a aumentar los efectos terapéuticos del metilfenidato. Se conoce que el Zn juega un rol significativo en la modulación de la neurotransmisión tanto en los receptores de membrana como en los canales; dentro de estos mecanismos, el Zn interactúa inhibiendo al transportador de dopamina (18-22). Por otra parte, el zinc modula algunas áreas específicas del cerebro relacionadas con el movimiento. Estudios experimentales en ratas muestran que el Zn se encuentra en altas concentraciones en el globus pallidus en el sistema nervioso central y participa en la modulación de la neurotransmisión a nivel de los receptores del ácido gama aminobutírico (GABA) (19). Finalmente algunos estudios preclínicos han demostrado la relevancia de receptores adrenérgicos alfa 2A en los procesos de atención y en los mecanismos de activación provocados por el metilfenidato (20).

Se han observado algunas diferencias en el efecto del metilfenidato de acuerdo a género. Las mujeres tienen una respuesta estadísticamente superior 1,5 horas post dosis y una respuesta inferior a las 12 horas del inicio en relación, con los varones; no hay

estudios que hayan evaluado el eventual efecto de la formulación farmacológica del metilfenidato en la respuesta diferencial por género (21).

En resumen, parece haber una interacción entre metilfenidato y zinc en niños con síndrome con déficit de atención e hiperactividad, donde las dosis habituales de metilfenidato influyen en una disminución de las concentraciones plasmáticas de Zn y a su vez la suplementación con Zn aumenta el efecto favorable del metilfenidato sobre el comportamiento asociado al síndrome de déficit de atención e hiperactividad. Se justifica avanzar en nuevos estudios controlados, doble

ciego de suplementación con Zn y que analicen componentes específicos del síndrome de déficit de atención e hiperactividad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos a Angélica Letelier (TM) por los análisis de Zn plasmático y a Alejandra Ávila (enfermera universitaria) quien con una excelente disposición realizó la obtención y almacenamiento de las muestras de sangre para el análisis de Zn de nuestros pacientes.

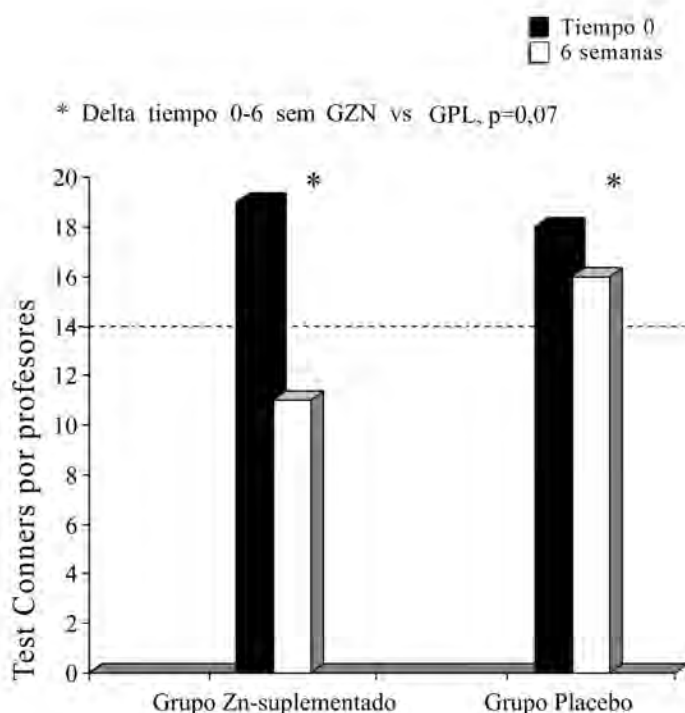
TABLA 1
Características de los grupos de niños con síndrome de déficit atencional e hiperactividad

| | Grupo metilfenidato + placebo | Grupo metilfenidato +Zn | Significancia estadística |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| N | 17 | 19 | |
| Edad (años) | 9,8 ± 1,8 | 9,4 ± 1,9 | NS* |
| Sexo (varón/niña) | 12-May | 17-Feb | NS |
| Peso (Kg) | 32,4 ± 5,91 | 30,3 ± 7,14 | NS |
| Talla (cm) | 137 ± 8,8 | 133 ± 9,8 | NS |
| Talla/edad (puntaje z) | 0,1 ± 1,4 | -0,3 ± 1,5 | NS |
| IMC** (Kg/m ²) | 16,9 ± 1,03 | 16,8 ± 1,65 | NS |

*t-student, NS: no significativo ** IMC: índice de masa corporal

FIGURA 1

Escala abreviada de Conners (CGI) realizada por profesores en niños escolares con síndrome de déficit de atención e hiperactividad (ADHD), según grupo suplementado con Zn (GZN) o con placebo (GPL). La línea punteada indica el punto de corte de puntaje sobre el cual se sugiere el diagnóstico de ADHD.



REFERENCIAS

1. Mattes JA, Gittelman R. Growth of hyperactive children on maintenance regimen of methylphenidate. *Arch Gen Psychiatry* 1983; 40: 317-20.
2. Klein RG, Mannuzza S. Hyperactive boys lost grown up. III: Methylphenidate effects on ultimate height. *Arch Gen Psychiatry* 1988; 45: 1131-4.
3. Sandyk R. Zinc deficiency in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Int J Neurosci* 1990; 52: 239-41.
4. McGee R, Williams S, Anderson J, McKenzie-Parnell JM, Silva PA. Hyperactivity and serum and hair zinc levels in 11-year-old children from the general population. *Biol Psychiatry* 1990; 28: 165-8.
5. Arnold LE, Votolato NA, Kleykamp D, Baker JB, Bornstein RA. Does hair zinc predict amphetamine improvement of ADHD/Hyperactivity?. *Int J Neurosci* 1990; 50: 103-7.
6. Toren P, Eldar S, Sela B, Wolmer L, Waitz R, Inbar D, et al. Zinc deficiency in attention-deficit hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry* 1996; 40: 1308-10.
7. Bilici M, Yildirim F, Kandil S, Bekaroglu M, Yildirmis S, Deger O, et al. A double-blind placebo-controlled study of zinc sulphate in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. *Progr Neuro Psychopharm Biol Psychiatry* 2004; 28: 181-90.
8. Akhondzadeh S, Mohammadi M-R, Khademi M. Zinc sulphate as an adjunct to methylphenidate for the treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: A double blind and randomized trial. *BMC Psychiatry* 2004; 4: 1-6.
9. World Health Organization (WHO). Growth reference 5-19 years 2007. www.who.int/growthref/who2007.
10. Conners CK, Sitarenios G, Parker JD, Epstein JN. Revision and restandardization of the Conners Teacher Rating Scale: Factor structure, reliability, and criterion validity. *J Abnormal Child Psychol* 1998; 26: 279-91.
11. Conners CK, Sitarenios G, Parker JD, Epstein JN. The Revised Conners' Parent rating scale : Factor structure, reliability, and criterion validity. *J Abnormal Child Psychol* 1998; 26: 257-68.
12. Faraone S, Biderman J, Morley C, Spencer TJ. Effect of stimulants on height and weight: A review of the literature. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2008; 47: 994-1009.
13. Arnold L, Hollway J, Bozzolo H, Cook A, DiSilvestro R, Bozzolo D, et al. Serum zinc correlates with parent- and teacher-rated inattention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Child Adolescent Psychopharmacol* 2005; 15: 628-36.
14. Hanc T, Ciéslik J. Growth in stimulant-naive children with attention-deficit /hyperactivity disorder using cross-sectional and longitudinal approaches. *Pediatrics* 2008; 121: e967-e974.
15. Berman S, Kuczenski R, McCracken J, London ED. Potential adverse effects of amphetamine treatment on brain and behaviour: A review. *Mol Psychiatry* 2009; 14: 123-42.
16. Volkow ND, Swanson JM. Variables that affect the clinical use and abuse of methylphenidate in the treatment of ADHD. *Am J Psychiatry* 2003; 160: 1909-18.
17. Swanson JM, Cantwell D, Lerner M, McBurnett K, Hanna G. Effects of stimulant medication on learning in children with ADHD. *J Learn Disabil* 1991; 24: 219-30.
18. Bjorklund NI, Volz TJ, Shenk JO. Differential effects of Zn²⁺ on the kinetics and cocaine inhibition of dopamine transport by the human and rat dopamine transporters. *Eur J Pharmacol* 2007; 565: 17-25.
19. Chen I, Yung WH. Zinc modulates GABAergic neurotransmission in rat globus pallidus. *Neurosci Lett* 2006; 409: 163-7.
20. Polanczyk G, Zeni C, Genro JP, Guimaraes AP, Roman T, Hutz MH, et al. Association of the adrenergic alpha2A receptor gene with methylphenidate improvement of inattentive symptoms in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry* 2007; 64:218-24.
21. Sonuga-Barke EJ, Coghill D, Markowitz JS, Swanson JM, Vandenberghe J, Hatch SJ. Sex differences in the response of children with ADHD to once-daily formulations of methylphenidate. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2007; 46:701-11.
22. Kahlig KM, Lute BJ, Wei Y, Loland CJ, Gether U, Javitch JA, et al. Regulation of dopamine transporter trafficking by intracellular amphetamine. *Mol Pharmacol* 2006; 70: 542-8.

Recibido 12-11-2010

Aceptado: 10-06-2011

Manifestaciones clínicas y cambios en la química sérica y tisular en ratas tratadas con vitamina D₃ (calciferol)

Alarcón-Corredor O.M., Villarroel J., Alfonso R., Rondón C.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias.
Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. ULA. Mérida. Venezuela

RESUMEN. En el presente trabajo se estudió el efecto de la administración subcutánea de 250, 500 y 750 µg (10.000, 20.000 y 30.000 UI, respectivamente) de vitamina D₃ (calciferol)/día durante 8 días, sobre las concentraciones séricas de vitamina D₃ y de 25-hidroxivitamina D₃ (25-OH-D₃) y sobre las concentraciones séricas y tisulares de Ca, Zn, Cu y Fe en 45 ratas macho Wistar, de 12 semanas de edad y con pesos entre 180 y 200 gramos. El grupo control estuvo integrado por 15 ratas Wistar sanas, con género, edad y peso similares a los animales tratados. La administración del calciferol a dosis altas produjo una hipervitaminosis D que se caracterizó por un aumento en el contenido sérico de la vitamina D₃ y de 25-OH-D₃, diversos signos clínicos (por ejemplo, anorexia, pérdida marcada de peso, diarreas sanguinolentas, conjuntivitis bilateral y muerte), hipercalcemia, hipocincemia, hipercupremia, hipoferremia y una alteración en la distribución tisular de Ca, Zn, Cu y Fe en comparación con los controles no tratados. La hipercalcemia y la inflamación son un hallazgo prominente en la hipervitaminosis D. La inflamación o la infección inducen cambios sistémicos, conocidos colectivamente como la respuesta de fase aguda. Entre las variadas alteraciones que produce esta respuesta encontramos hipoferremia, hipocincemia e hipercupremia. Es probable que estas respuestas estén mediadas, en parte, por la producción y liberación de citocinas como la interleucina 1, interferones (IFN-alfa), la interleucina 6 (Il-6) y el factor de necrosis tumoral (TNF). El desarrollo de la hipoferremia durante la inflamación requiere de hepcidina, un péptido rico en enlaces disulfuro, regulador del metabolismo del hierro, sintetizado en el hígado en respuesta a la liberación de Il-6 durante la inflamación/infección. En conclusión, nuestros resultados proporcionan evidencias que la administración de altas dosis de vitamina D, a corto plazo, determina diversos signos clínicos, produce un marcado aumento de las concentraciones séricas de la vitamina D₃ y de 25-OH-D₃ y una marcada alteración en las concentraciones séricas y tisulares de Ca, Zn, Cu y Fe, que dependen de las dosis inyectadas de vitamina D.

Palabras clave: Vitamina D₃, calciferol, intoxicación, signos clínicos, hipercalcemia, hipocincemia, hipercupremia, hipoferremia, citocinas

SUMMARY. **Clinical signs and changes in serum and tissue chemistry in rats treated with vitamin D₃ (calciferol).** In the present work the effect of subcutaneous administration of 250, 500 and 750 µg (10.000, 20.000 and 30.000 IU, respectively) of vitamin D₃ (calciferol) daily for eight days, on serum concentrations of vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ (25-OH-D₃) and on serum and tissue concentrations of Ca, Zn, Cu and Fe in 45 white male Wistar rats, aged 12 weeks and weighing 180-200 g, have been studied. The group control was integrated by 15 healthy rats with similar characteristics (strain, gender, age and weight) that treated animals. Administration of high doses of calciferol produced a hypervitaminosis D characterized by a significant (p<0.05) increase in serum vitamin D₃ and 25-OH-D₃, diverse clinical signs (such as, anorexia, marked loss of body weight, bloody diarrhea, bilateral conjunctivitis, and death), hypercalcemia, hypozincemia, hypercupremia, hypoferraemia and an alteration in the tissue distribution of Ca, Zn, Cu and Fe as compared with untreated controls. Hypercalcemia and inflammation are prominent findings in hypervitaminosis D. Inflammation or infection induce systemic changes, collectively known as the acute phase response. Among the varied alterations that together produce this response are hypoferraemia, hypozincemia and hypercupremia. It is likely that these responses are mediated, in part, by production and release of cytokines such as interleukin 1, interferons (IFN-alpha), interleukin 6 (Il-6) and tumor necrosis factor (TNF). The development of hypoferraemia during inflammation requires hepcidin, an iron regulatory hormone, a disulfide-rich peptide, produced in the liver in response to the release of Il-6 during inflammation/infection. In conclusion, our results provide evidence that short-term administration of high doses of vitamin D determined diverse clinical signs and produced a marked increase of serum vitamin D₃ and 25-OH-D₃ and a marked alteration in the serum and tissue concentrations of Ca, Zn, Cu, and Fe. These changes depend on the doses given of vitamin D.

Key words: Vitamin D₃, calciferol, intoxication, clinical signs, hypercalcemia, hypozincemia, hypercupremia, hypoferraemia, cytokines

INTRODUCCIÓN

Fisiológicamente, la vitamina D₃ (VD₃) no es biológicamente activa por sí misma y debe ser primero hidroxilada en el hígado muy probablemente por el CYP2R1, una enzima citocromo P450-monooxigenasa microsomal, para producir la forma plasmática de la vitamina D, la 25-hidroxivitamina-D₃ (25-OH-D₃). Este compuesto en concentraciones fisiológicas es biológicamente inactivo y debe ser convertido posteriormente en una forma hormonal activa, la 1,25-dihidroxivitamina-D₃ (1,25-(OH)₂-D₃) para realizar las funciones fisiológicas de la vitamina D. La hidroxilación final de la vitamina D₃ se realiza en las células tubulares proximales del riñón por el CYP27B1, una citocromo P450-monooxigenasa (1 α -hidroxilasa) que requiere O₂ molecular y ferredoxina reducida, estrechamente regulada por las necesidades de calcio y fósforo (1).

Se conocen diversas interacciones entre estos metabolitos de la VD₃ y el Zn, Fe y Cu, a tal punto que el estado nutricional del Zn modula la respuesta del 1,25-OH₂-D₃ frente al agotamiento corporal de Ca y de P (2), quizás por un efecto del metal sobre la actividad de la 1 α -hidroxilasa renal. En ratas intoxicadas con Cu, la conversión de la 25-OH-D₃ en 1,25-OH₂-D₃ está alterada. In vitro, la actividad de la 1 α -hidroxilasa de la 25-OH-D₃ está disminuida en las mitocondrias renales de los animales intoxicados con Cu (3). Heldenberg et al.(4) en niños con anemia ferropénica y concentraciones séricas bajas de 25-OH-D₃, encontraron que el tratamiento con sales de hierro aumenta las concentraciones séricas de Fe y de 25-OH-D₃, llegando a la conclusión que la carencia de hierro inhibe la transformación de la vitamina D en 25-OH-D₃ y/o altera la absorción de la vitamina D a nivel intestinal, además la carencia alimentaria de Zn, por su parte, incrementa la concentración sérica de 25-OH-D₃.

Los párrafos precedentes muestran la interacción tan estrecha entre estos elementos traza y la vitamina D. Tomando en consideración la hipótesis de que la administración de dosis altas de vitamina D₃ (calciferol) produce un aumento marcado de las concentraciones séricas y tisulares de Ca, Zn, Cu y Fe, a partir de un modelo experimental se pretende evaluar la aparición de manifestaciones clínicas y la modificación de las concentraciones séricas y tisulares de estos elementos en relación a las diferentes dosis de calciferol administradas a ratas sanas. Por esta razón, en el presente

trabajo se estudió el efecto de la administración de dosis altas de vitamina D₃ (calciferol) sobre el contenido sérico y tisular de Ca, Zn, Cu y Fe en ratas blancas sanas. Simultáneamente se valoró el contenido sérico de vitamina D₃ y de 25-OH-D₃ y se investigó la presencia de manifestaciones clínicas determinadas por la hipervitaminosis D₃.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Protocolo fue aprobado por el Departamento de Nutrición, Escuela de Nutrición, Facultad de Medicina (ULA), que se encargó de velar por el buen uso y cuidado de los animales de laboratorio y avaló los procedimientos experimentales utilizados en estas ratas.

Diseño experimental

Se utilizaron 60 ratas blancas macho Wistar, de edad y peso uniforme (160-170 g) mantenidas en jaulas individuales de acero inoxidable, en el ambiente del Laboratorio, durante dos semanas, para las adaptaciones correspondientes. Se controló la temperatura y la humedad del cuarto entre 23-25°C y 55-67%, respectivamente. Todas las ratas se alimentaron con una dieta basal formulada en nuestro Laboratorio. Las ratas se alimentaron ad libitum y se les permitió el libre acceso al agua de bebida.

Al finalizar este periodo, los animales se distribuyeron al azar en 4 grupos, con 15 ratas en cada uno, sin que hubiese diferencias significativas previas entre los promedios de peso de los distintos grupos. Los grupos G1 al G3 (grupos tratados) recibieron diariamente inyecciones subcutáneas de 250 μ g (10.000 UI), 500 μ g (20.000 UI) y 750 μ g (30.000 UI) de calciferol (Vitamina D₃ Sigma; 25 μ g = 1000 UI) disueltos en aceite de maíz, durante 8 días. Al grupo control (GC) se le administró por la misma vía, y durante el mismo lapso, aceite de maíz. A las 24 horas de administrada la última dosis de vitamina D o de aceite de maíz, según los casos, los animales se anestesiaron con éter etílico, en campana de vidrio y se les extrajo sangre por punción del seno retro-orbitario, mediante tubos de microhematocrito. Las muestras se recolectaron en tubos de centrifuga graduados, sin anticoagulante y después se centrifugaron a 2.500 rpm, durante 15 minutos, a fin de asegurar la pronta obtención de los sueros que se utilizaron para las determinaciones correspondientes. Después de extraer la sangre, los animales se decapi-

taron con una guillotina Harvard y se desangraron durante 1-3 minutos. Se practicó laparotomía mediana dejando al descubierto los lóbulos hepáticos y los riñones. Para minimizar la contaminación sanguínea, el hígado y el riñón derecho se perfundieron in situ a través de la vena porta y la arteria renal derecha, respectivamente, con una solución fría de sacarosa 0,25M (p/v) libre de metales. Al final del periodo de perfusión, el hígado y el riñón, se disecaron y se colocaron en un plato de Petri, colocado sobre hielo. De cada uno de los órganos, se pesaron trozos de 1 g, en balanza de precisión, que se prepararon y se sometieron a digestión ácida asistida por microondas, de acuerdo al método de Burguera et al. (5). La instrumentación y la técnica empleada para la determinación de los cationes en los sueros y en los digeridos ácidos se publicaron previamente (6). La vitamina D₃ y su metabolito, el 25-OH-D₃, se determinaron mediante HPCL líquida de alta resolución en fase reversa por detección de diodos, de acuerdo con la técnica descrita por Brunetto et al. (7).

Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como promedios y desviaciones típicas. Se asignó un valor de $p < 0.05$ como valor de α para el análisis de dos colas. El tamaño de la muestra utilizado en este estudio confiere un poder estadístico del 0,85 y un nivel de detección de diferencia del 20% con una desviación estándar de 10. Las diferencias entre los valores séricos y tisulares de los cationes y la concentración de VD₃ y de su metabolito, entre los grupos tratados y el control, se estimaron mediante el ANOVA de una vía y la prueba de Tukey post-ANOVA. El análisis de regresión lineal se utilizó para establecer las relaciones entre los diversos cationes séricos y tisulares, la concentración de VD₃ y su metabolito y las dosis administradas de vitamina D. Toda $p < 0,05$ se considero estadísticamente significativa. Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0.

RESULTADOS

Hallazgos clínicos

Con la dosis de 250 μg de vitamina D₃, el hallazgo más significativo fue la aparición de

una diarrea mucosanguinolenta a partir de la segunda dosis en la gran mayoría de los animales experimentales; igualmente, se pudo observar pérdida del apetito y de peso. En este grupo ninguna rata falleció. El grupo de animales que recibió una dosis de 500 μg mostraron a partir de las 48 horas, una conjuntivitis concomitantemente con diarrea mucosanguinolenta, pérdida de peso, poliuria, letargia, debilidad muscular y vómitos hemorrágicos. En este grupo 2 ratas fallecieron al séptimo día de iniciada la administración del calciferol. En el grupo tratado con 750 μg de calciferol se observó a partir de las 24 horas: marcada diarrea mucosanguinolenta, disminución de la diuresis con emisión de orinas blanquecinas, pérdida exagerada de peso, malas condiciones generales, marcada conjuntivitis bilateral y hemorragias a nivel conjuntival. En este grupo se produjo la muerte de dos ratas en el octavo día de iniciada la administración de la vitamina.

Hallazgos bioquímicos

Concentración sérica de vitamina D₃ y de 25-OH-D₃

La concentración sérica de vitamina D₃ y de 25-OH-D₃ en las ratas tratadas con vitamina D₃ se muestra en la Tabla 1. El análisis de regresión simple demostró que la vitamina D₃ ($r = 0,864$) y la 25-OH-D₃ ($r = 0,997$) incrementan sus concentraciones séricas significativamente ($p < 0,05$) en las ratas tratadas con calciferol. El análisis estadístico también demostró diferencias significativas ($p < 0,05$) al comparar las concentraciones de la vitamina D₃ y de la 25-OH-D₃ entre los diversos grupos tratados y el grupo control; en este sentido, el incremento en las concentraciones de estos compuestos es directamente proporcional a las dosis administradas de vitamina D₃.

TABLA 1
Concentraciones séricas de vitamina D y de 25-OH-D₃
en ratas tratadas con vitamina D₃ (calciferol)

| | Grupos tratados | | | |
|--|------------------------|---|--|--|
| | Grupo Control N= 15 | Grupo 1 ¹ (250 μg) N= 15 | Grupo 2 (500 μg) N= 13 | Grupo 3 (750 μg) N= 13 |
| Vitamina D ₃ (ng.mL ⁻¹) | 0,97±0,2 ^a | 105±12 ^b | 228±25 ^c | 450±46 |
| 25-OH-D ₃ (ng.mL ⁻¹) | 25±1 ^a | 98±12 ^b | 197±24 ^c | 383±33 |

Los resultados se expresan como promedios±desviaciones estándar. GC= grupo control; G1 a G3 = grupos tratados. N= número de animales por grupo

¹Dosis administradas de vitamina D₃ (calciferol), equivalentes a 10.000, 20.000 y 30.000 UI.

^a $p < 0,05$ estadísticamente significativo al comparar el grupo control con los tratados.

^b $p < 0,05$ estadísticamente significativo al comparar el grupo G1 con G2 y G3.

Concentración sérica de los cationes valorados

Las variaciones en las concentraciones séricas de los cationes en los animales tratados se muestran en la Tabla 2. El análisis de regresión simple demostró que el Ca ($r=0,965$) y el Cu ($r=0,965$) incrementan sus concentraciones significativamente ($p<0,05$) mientras que las concentraciones de Zn ($r=-0,961$) y Fe ($r=-0,978$) disminuyen ($p<0,05$) en los animales tratados. El análisis estadístico mediante el ANOVA de una vía demostró diferencias significativas al comparar las concentraciones séricas de los metales valorados entre el grupo control sano y los grupos tratados con vitamina D. La mayor variación de las concentraciones séricas de los metales valorados se encontró en los animales tratados con 30.000 UI de vitamina D₃ (750 µg de colecalciferol). El análisis de regresión simple también demostró relaciones significativas y positivas entre Ca-Cu ($r=0,985$), Ca-vitamina D₃ ($r=0,937$) y Ca-25-OH-D₃ ($r=0,991$) mientras la relación Ca con los elementos Zn y Fe ($r=-0,997$; $r=-0,889$, respectivamente) son significativas ($p<0,05$) e inversamente proporcionales.

Concentración hepática de los cationes valorados

La concentración hepática de Ca, Zn, Cu y Fe en el hígado de las ratas tratadas con vitamina D₃ se muestra en la Tabla 2. El análisis de regresión simple demostró que el Ca ($r=0,886$), el Zn ($r=0,957$) y el Fe ($r=0,978$) incrementan sus concentraciones significativamente ($p<0,05$) mientras que la concentración de Cu ($r=-0,983$) disminuye significativamente ($p<0,05$) en los animales tratados. El análisis estadístico mediante el ANOVA de una vía demostró diferencias significativas al comparar las concentraciones hepáticas de los metales valorados entre el grupo control sano y los grupos tratados con vitamina D. La mayor variación de las concentraciones séricas de los metales valorados se encontró en los animales tratados con 750 µg de calciferol.

Concentración renal de los cationes valorados

Las concentraciones de Ca, Zn, Cu y Fe en el riñón de las ratas tratadas con vitamina D₃ se muestran en la Tabla 2. El análisis de regresión simple demostró

TABLA 2
Concentraciones séricas y tisulares de Ca, Zn, Cu y Fe en ratas tratadas con vitamina D₃ (calciferol)

| Elemento | Grupos tratados | | | |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Grupo Control N= 15 | SANGRE Grupo 1 1250 µg N= 15 | Grupo 2 500 µg N= 13 | Grupo 3 750 µg N=13 |
| Ca (mg.dL ⁻¹) | 8,38±0,9 ^a | 9,22±0,7 ^b | 13,2±1,2 ^c | 17,74±2,4 |
| Zn (mg.dL ⁻¹) | 1,25±0,4 ^a | 1,02±0,8 ^b | 0,90±0,7 ^c | 0,64±0,2 |
| Cu (mg.dL ⁻¹) | 0,80±0,05 ^a | 0,92±0,07 ^b | 1,05±0,10 ^c | 1,38±0,9 |
| Fe (mg.dL ⁻¹) | 1,12±0,17 ^a | 0,91±0,11 ^b | 0,82±0,08 ^c | 0,72±0,05 |
| | TEJIDO HEPÁTICO µg/g | | | |
| Ca | 15±2 ^a | 24±3 ^b | 35±2 ^c | 46±4 |
| Zn | 19±1 ^a | 31±2 ^b | 34±3 ^c | 39±4 |
| Cu | 7±1 ^a | 5±1 ^b | 4±0,09 ^c | 3±0,04 |
| Fe | 37±2 ^a | 45±4 ^b | 61±5 ^c | 84±4 |
| | TEJIDO RENAL µg/g | | | |
| Ca | 18±2 ^a | 30±3 ^b | 65±4 ^c | 72±5 |
| Zn | 41±1 ^a | 35±2 ^b | 32±3 ^c | 25±2 |
| Cu | 5±1 ^a | 3±0,9 | 3±0,8 | 2,5±0,3 |
| Fe | 41±3 ^a | 51±4 ^b | 68±3 ^c | 75±4 |

Los resultados se expresan como promedios±desviaciones estándar.

¹ Dosis administrada en mg de calciferol, equivalentes a 10.000, 20.000 y 30.000 UI de vitamina D₃, respectivamente.

N= número de animales por grupo.

^a $p<0,05$ estadísticamente significativo al comparar el grupo control con los tratados.

^b $p<0,05$ estadísticamente significativo al comparar el grupo Grupo 1 con Grupos 2 y 3

^c $p<0,05$ estadísticamente significativo al comparar el grupo 2 con el 3.

que el Ca ($r=0,967\%$) y el Fe ($r=0,995$) incrementan sus concentraciones ($p<0,05$) mientras que las concentraciones de Zn ($r=-0,989$) y de Cu ($r=-0,873$) disminuyen significativamente ($p<0,05$) en los animales tratados. El análisis estadístico mediante el ANOVA de una vía demostró diferencias significativas ($p<0,05$) entre el grupo sano y los grupos tratados con vitamina D. La mayor variación de las concentraciones séricas de los metales valorados se encontró en los animales tratados con 750 μg de calciferol.

DISCUSIÓN

La vitamina D₃ administrada en exceso determinó una hipervitaminosis D aguda que se demostró por el marcado incremento de los niveles séricos de la vitamina D₃ y de su metabolito: el 25-OH-D₃, la hipercalcemia, los signos clínicos descritos y los cambios en las concentraciones séricas y tisulares de los metales cuantificados.

El incremento en la concentración sérica de la vitamina D y de su metabolito en las ratas tratadas con vitamina D es un hecho descrito en la literatura. El marcado incremento en la concentración del 25-OH-D₃ se debe a que la reacción de 25-hidroxilación de la vitamina D, a nivel hepático, es un proceso que no está sujeto a una estricta regulación homeostática (1), por consiguiente, cuanto mayor es la cantidad de vitamina D administrada es mayor la cantidad de 25-OH-D₃ producida. El 25-OH-D₃ circula normalmente a concentraciones de 30 a 50 ng/ml en la mayoría de las especies. Sin embargo, durante la intoxicación con vitamina D, se incrementa de 200 a 400 ng/ml (8). Cuando circula en concentraciones muy altas el 25-OH-D₃ puede competir efectivamente con la 1,25-OH₂-D₃ por los receptores en el intestino y el hueso e inducir acciones habitualmente atribuibles al 1,25-OH₂-D₃. Por esta razón, el 25-OH-D₃ se piensa que es el factor crítico en la intoxicación por vitamina D (9). En la mayoría de las especies, la concentración plasmática de 1,25-OH₂-D₃ disminuye durante la intoxicación (9) o se mantiene en concentraciones normales (10). Los estudios de Littledike y Horst (8) en vacas lecheras son muy definitivos en este punto y sugieren que el CYP27B1 renal está efectivamente inhibido en esta situación.

Shephard y DeLuca (10) sugieren que los roedores pueden tolerar concentraciones plasmáticas de 25-

OH-D₃ en el rango de 250-1000 nmol/L (100-400 ng/mL), aunque otros investigadores indican que las concentraciones plasmáticas de 25-OH-D₃ asociadas con la toxicidad son siempre superiores a 375 nmol/L (150 ng/mL) (8). Sin embargo, incluso en ausencia de pruebas definitivas para establecer el metabolito responsable, la gran cantidad de estudios realizados en animales y en humanos sobre la intoxicación por vitamina D indican que la concentración plasmática de 25-OH-D₃ es un buen biomarcador de la toxicidad, y que el umbral para los síntomas tóxicos es ≈ 750 nmol/L (300 ng/mL), (11) que concuerda con nuestros resultados. Cuando la 25-OH-D₃ circula a concentraciones tan elevadas, que sobrepasan su capacidad de combinación a la proteína transportadora de vitamina D (DBP), llega al receptor de vitamina D (VDR) localizado en el núcleo de las células blanco y causa una exagerada expresión de los genes, con las secuelas características (11).

En los animales tratados encontramos un incremento ($p<0,05$) significativo en las concentraciones de Ca en sangre (hipercalcemia) y en tejidos, que concuerda con los trabajos previos realizados en humanos y en diferentes especies (12, 13). Esta hipercalcemia se considera secundaria al incremento en la destrucción del tejido óseo, que determina la salida del catión en grandes cantidades hacia la sangre (14).

Los signos clínicos detectados en la presente investigación se caracterizan entre otros, por diarrea mucosanguinolenta, poliuria, letargia, debilidad muscular, vómitos hemorrágicos, pérdida exagerada de peso, conjuntivitis bilateral, hemorragias a nivel conjuntival y muerte que coinciden con los descritos en la literatura (15). La inflamación de la conjuntiva y la hemorragia a nivel corneal se deben a la deposición de calcio descrita, a este nivel, por Imaizumi et al. (16) en ratas y perros.

La hipercalcemia, a su vez, cuando se prolonga causa precipitaciones de sales de calcio y de fósforo predominantemente en diversos órganos blandos (riñones, corazón, pulmón, estómago, hígado y otros órganos), que provocan un marcado daño inflamatorio, que puede evolucionar hasta una necrosis, lo cual compromete el normal funcionamiento de estos órganos (17-20).

Los resultados también demuestran como hechos característicos hipocincemia, hipercupremia e hipoferrremia y alteraciones en la distribución tisular de estos

elementos traza. Es un hecho conocido que la inflamación/infección induce cambios sistémicos, conocidos colectivamente como la respuesta de fase aguda. Entre las variadas alteraciones que producen esta respuesta encontramos: hipofeemia, hipocincemia e hipercupremia. Es probable que estas respuestas estén mediadas, en parte, por la producción y liberación de citocinas como la interleucina 1 (Il-1), la interleucina 6 (Il-6), los interferones (IFN-alfa₂) y el factor de necrosis tumoral (TNF) (21). Estos cambios se piensa que son aspectos beneficiosos de la respuesta de fase aguda temprana y se pueden considerar como un mecanismo de defensa frente a los procesos infecciosos/inflamatorios (22). La mayoría de estos cambios se observan en cuestión de horas o días después de la aparición de la infección o la inflamación (22). La Il-1, una proteína termolábil, que se libera en los tejidos lesionados, y que favorece la captación de Zn y de Fe a nivel del tejido hepático, con una salida incrementada de Cu hacia la circulación, se señala, por algunos investigadores, como el principal mediador de la respuesta de fase aguda y como una posible causa de los cambios séricos de los oligoelementos asociados con esta respuesta (23).

La disminución del Zn y de los aminoácidos séricos y su depósito elevado en el hígado es fundamental para la síntesis incrementada de las diversas "proteínas de fase reactiva aguda" (entre ellas, la ceruloplasmina), que intervienen en los mecanismos de defensa del huésped frente a los procesos inflamatorios e infecciosos (24). La alteración del Cu es común durante los estados infecciosos e inflamatorios (22). Se cree que los cambios en el metabolismo del Cu son secundarios a un aumento de la síntesis hepática y a la liberación de ceruloplasmina y del Cu hacia el plasma. Este hecho es de importancia: primero, porque la ceruloplasmina tiene propiedades antiinflamatorias y gobierna la capacidad antioxidante del plasma y, segundo, porque el Cu tiene propiedades bactericidas y antiinflamatorias (25). El aumento de la concentración sérica de Cu, generalmente empieza muy pronto en el curso de una inflamación aguda o de una infección, pero es menos acelerada en comparación con los cambios que presentan el Zn y el Fe (22).

La anemia que se observa comúnmente en pacientes con hipervitaminosis D es una entidad clínica bien conocida (26,27) y posiblemente relacionada con la hipofeemia y la diarrea mucosanguinolenta detecta-

das en esta condición experimental. En la actualidad se conoce que la citoquina inflamatoria Il-6 (28) induce la producción hepática de hepcidina, un péptido rico en enlaces -S-S-, de fase reactiva aguda que inhibe la absorción intestinal y la liberación de Fe desde los macrófagos e incrementa el secuestro del metal en sus órganos de depósito (29) con producción de una anemia ferropénica.

En conclusión, nuestros resultados proporcionan evidencias que la administración de altas dosis de vitamina D, a corto plazo, determina hipercalcemia, diversos signos clínicos, produce un marcado aumento de las concentraciones séricas de la vitamina D₃ y de 25-OH-D₃ y una marcada alteración en las concentraciones séricas y tisulares de Zn, Cu y Fe, que dependen de las dosis inyectadas de vitamina D. En el presente estudio no se determinó la concentración plasmática del 1,25-(OH)₂-vitamina D₃ y de diversas proteínas como la proteína C reactiva (PCR), la ceruloplasmina y el orosomucoide (proteínas de fase reactiva aguda) que son muy útiles para documentar de una manera más efectiva la presencia de la inflamación en estos animales, los cuales serán evaluados en investigaciones futuras en la hipervitaminosis D aguda experimental.

REFERENCIAS

1. Jones G, Strugnell SA, DeLuca HF. Current understanding of the molecular actions of vitamin D. *Physiol Rev.* 1998; 78: 1193-231.
2. Kimmel PL, Gubish CT, Watkins DW, Langman CB. Zinc nutritional status modulates the response of 1, 25-dihydroxycholecalciferol to calcium depletion in rats. *J. Nutr.* 1992; 122: 1576-81.
3. Carpenter TO, Pendrak ML, Anast CS. Metabolism of 25-hydroxyvitamin D in copper-laden rat: a model of Wilson's disease. *Am. J. Physiol.* 1988; 254: E150-4.
4. Heldenberg D, Tenenbaum G, Weisman Y. Effect of iron on serum 25-hydroxyvitamin D and 24, 25-dihydroxyvitamin D concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; 56: 533-6.
5. Burguera JL, Burguera M, Matousek de Abel de La Cruz A, et al. Microwave-aided micro-dissolution of biological samples prior to flow injection-atomic absorption spectrometry analysis. *At. Spectr.* 1992; 13: 67-71.
6. Burguera JL, Burguera M, Alarcón OM. Determination of sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, copper and zinc in cerebrospinal fluid by flow injec-

- tion atomic absorption spectrometry. *J. Anal. At. Spectr. (JAAS)* 1986; 1: 79-83.
7. Brunetto MR, Obando MA, Gallignani M et al. HPLC determination of vitamin D₃ and its metabolites in human serum with on-line sample clean-up. *TALANTA* 2004; 64: 1364-70.
 8. Littledike ET, Horst RL. Vitamin D₃ toxicity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1982; 65: 749-59.
 9. DeLuca HF, Prahl JM, Plum LA. 1,25-Dihydroxyvitamin D is not responsible for toxicity caused by vitamin D or 25-hydroxyvitamin D. *Arch. Biochem. Biophys.* 2011; 505: 226-30.
 10. Shephard RM, DeLuca HF. Plasma concentrations of vitamin D₃ and its metabolites in the rat as influenced by vitamin D₃ or 25-hydroxyvitamin D₃ intakes. *Arch. Biochem. Biophys.* 1980; 202: 43-53.
 11. Jones G. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008; 98: 5825-65.
 12. Mellanby RJ, Mee AP, Berry JL, Herrtage ME. Hypercalcaemia in two dogs caused by excessive dietary supplementation of vitamin D. *J. Small Anim. Pract.* 2005; 46: 334-8.
 13. Joshi R. Hypercalcemia due to hypervitaminosis D: Report of seven patients. *J. Trop. Pediatr.* 2009; 55: 396-8
 14. Selby PL, Davies M, Marks JS, Mawer EB. Vitamin D intoxication causes hypercalcaemia by increased bone resorption which responds topamidronate. *Clin. Endocrinol.* 1995; 43: 531-36
 15. Motas-Guzmán M, Buronfosse F, Buronfosse T, García-Fernández AJ. Revisión de casos de intoxicaciones agudas accidentales por calcipotriol y tacalcitol en perros en el CNITV (Francia)(1999-2003). *Rev. Toxicol.* 2004; 21: 81-6
 16. Imaizumi T, Tsuruta M, Kitagaki T et al. Single dosis toxicity studies of calcipotriol (MC 903) in rats and dogs. *J. Toxicol. Sci.* 1996; 21: 277-85.
 17. Hilbe M, Sydler T, Fischer L et al. Metastatic calcification in a dog attributable to ingestion of a tacalcitol ointment. *Vet. Pathol.* 2000; 37: 490-2.
 18. Duncan CJ. Role of intracellular calcium in promoting muscle damage: a strategy for controlling the dystrophic condition. *Experientia* 1978; 34: 1531-35.
 19. Grant RA, Gillman T, Hathorn M. Prolonged chemical and histochemical changes associated with widespread calcification of soft tissues following brief acute calciferol intoxication. *Br J Exp Pathol.* 1963; 44: 220-32.
 20. Kent SP, Vawter GF, Dowben RM, Benson RE. Hypervitaminosis D in monkeys: A clinical and pathologic study. *Am J Pathol.* 1958; 34: 37-59.
 21. Shenkin A. Trace elements and inflammatory response: implications for nutritional support. *Nutrition.* 1995; 11(1 Suppl):100-5
 22. Beisel RW. Trace elements in infectious processes. *Med. Clin. N. Am.* 1976; 60: 831-48.
 23. Dinarello CA. Interleukin-1 and the pathogenesis of the acute phase response. *N. Engl. J. Med.* 1984; 311: 1413-18.
 24. Panichi V, Taccola D, Rizza GM et al. Ceruloplasmin and acute phase protein levels are associated with cardiovascular disease in chronic dialysis patients. *J. Nephrol.* 2004; 17: 715-20
 25. Denko CW. Protective role of ceruloplasmin in inflammation. *Agents Actions.* 1979; 9: 333-36
 26. Gabriel R, Joekes AM, Orton E. Hypervitaminosis D, anaemia and renal failure. *Postgrad Med J.* 1970; 46: 455-7.
 27. Propp S, Scharfman WB. Anemia associated with vitamin D intoxication. *N Engl J Med.* 1956; 255: 1207-12.
 28. Nemeth E, Rivera S, Gabayan V, Keller C, et al. IL-6 mediates hypoferrremia of inflammation by inducing the synthesis of the iron regulatory hormone hepcidin. *J Clin Invest.* 2004; 113: 1271-1276.
 29. Lynch S. Influence of infection/inflammation, thalassemia and nutritional status on iron absorption. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 2007; 77: 217-23.

Recibido 07-04-2011

Aceptado: 29-08-2011

Evaluación de la alimentación en mujeres atendidas por el Sistema de Salud Público chileno

I. Pereyra G. , M. Erazo B.

Departamento de Nutrición. Facultad de Enfermería y Tecnologías de la Salud.
Universidad Católica del Uruguay. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile

RESUMEN. El propósito de este estudio fue evaluar la calidad de la alimentación de mujeres que se atienden en el Sistema de Salud Público chileno, utilizando el Índice de Alimentación Saludable (IAS). Se realizó un muestreo probabilístico estratificado, el tamaño total alcanzado fueron 258 mujeres. El promedio del IAS fue $69,06 \pm 10,44$, clasificando la alimentación con "necesidad de cambio" y cumplimiento de las metas nutricionales/ alimentarias inferior a 70%. Las variables con puntajes más bajos fueron vegetales y azúcares simples. El IAS no presentó diferencias entre estratos sociales, entretanto se verificaron diferencias en alguno de sus componentes. Las adolescentes lograron metas de consumo de cereales, vegetales y carnes. Las mujeres con menor educación consumieron más cereales y lácteos. Las mujeres de menores ingresos obtuvieron mejores puntuaciones en Sodio y las rurales en lácteos y Sodio. No se asoció el estado nutricional con el IAS. El factor protector fue el número de controles que la mujer había realizado durante el embarazo. Se concluye que una alta proporción de mujeres presenta alimentación poco saludable. El IAS puede ser utilizado para estudios poblacionales y para medir cambios en la alimentación derivados de políticas y programas. Puede permitir focalizar programas de educación alimentario nutricional hacia metas específicas.

Palabras claves: Índice de Alimentación Saludable, mujeres, hábitos alimenticios, Chile

SUMMARY. Evaluation of the diet of women attended by the Chilean Public Health System . The purpose of this study was to assess the diet quality of women from the Chilean Public Health System, through the Healthy Eating Index (HEI). It was studied a stratified sample of 258 women. The mean HEI score was 69.06 ± 10.44 , classifying the food with "needs improvement", less than 70 percent of compliance of specific recommendations. Variables with lower score were vegetables and simple sugars. The HEI showed no differences between social strata, while the findings showed differences between some components. Adolescent achieved the goals of consumption of cereals, vegetables and meat. Less educated women consumed more cereals and dairy products. The poorest women had better score of Sodium and rural women in dairy and sodium. No association was found between nutritional status and HEI. The protective factor for the food quality was the number of health controls during pregnancy. The findings showed that high proportion of women needs changes in her food habits. The HEI can be used for population studies and is effective to assess the effectiveness of policies and health promotion programs. It can help focalize to educational programs to specific goals.

Key words: Healthy Eating Index, women, food habits, Chile

INTRODUCCIÓN

En los países con mayor nivel de desarrollo se han identificado determinados factores como responsables de más de un tercio de los años de vida perdidos por muerte o discapacidad: hipertensión arterial, hipercolesterolemia, bajo consumo de frutas y verduras, exceso de peso, sedentarismo y tabaquismo, cinco de ellos estrechamente asociados a la alimentación (1).

Chile ha experimentado las transiciones demográfica y epidemiológica y como consecuencia, también una transición nutricional. Al mismo tiempo que se reducía la desnutrición y la tasa de mortalidad infantil

en más del 90%, aparecía la obesidad y las enfermedades nutricionales asociadas a la vida moderna sedentaria y a un cambio en los hábitos de consumo (2-5). En el año 2005, el Ministerio de Salud (MINSAL), decidió poner en marcha una nueva modalidad de atención basada en la consejería en vida sana, que pretende generar cambios en los hábitos alimenticios y actividad física en la población y por esa vía disminuir la prevalencia e incidencia de obesidad y sobrepeso a nivel nacional.

En el presente estudio se evaluó la alimentación de una cohorte de mujeres intervenidas por esta modalidad de atención. Se aplicó una metodología de

análisis de la calidad de la alimentación, la cual es una adaptación del Healthy Eating Index (HEI) o Índice de Alimentación Saludable (IAS), en castellano. Este índice fue desarrollado por United States Department of Agriculture's (USDA), Center for Nutrition Policy and Promotion (CNPP) (6). Sus principales fortalezas son que valora la adecuación de los hábitos alimenticios de las personas a la guía alimentaria y el cumplimiento de metas nutricionales y recomendaciones claves (7, 8). Según la American Dietetic Association el índice es la medición actual más acertada de cómo se alimentan los estadounidenses y representa una potente herramienta de uso en epidemiología nutricional que permite describir y a su vez monitorizar los cambios (8).

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la alimentación de mujeres que se atienden en el Sistema de Salud Público chileno tomando como referencia la pirámide alimentaria y metas nutricionales/alimentarias para la mujer chilena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre el impacto de una intervención orientada a prevenir la obesidad en la población materno-infantil del sistema de salud público, que se llevó a cabo en la Universidad de Chile, financiada por el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica y el Ministerio de Salud del Gobierno de Chile. Aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Chile. Realizada de marzo de 2006 a marzo de 2008.

El estudio es longitudinal con diseño de cohortes. Las dos cohortes estaban conformadas de la siguiente manera: una cohorte concurrente que corresponde a mujeres que inician su embarazo con la nueva modalidad de atención y una cohorte control. Debido a que la intervención fue nacional y se implementó en enero de 2005, el mejor grupo de comparación que se encontró para realizar la evaluación fue la cohorte de 2004. Se realizó muestreo probabilístico estratificado. Para determinar el tamaño de la muestra se consideró que las mujeres intervenidas adquieren hábitos saludables de alimentación y al menos un 11% más de ellas recupera su peso pregestacional (nivel de significancia de 5% y poder del test de 80%, y test de χ^2 para verificar

diferencia de proporciones).

Para fines de este artículo sólo se presentará la información correspondiente a la evaluación de la alimentación de las mujeres intervenidas (n: 258).

La evaluación de la alimentación fue determinada por el IAS de Kennedy et al. (6), adaptado a las Metas Nutricionales y Guías Alimentarias Chilenas (9), debido a que se sugiere su ajuste a las realidades locales. Para el cálculo se utilizaron 10 variables, cinco se refieren a las porciones consumidas de los principales grupos que componen la pirámide alimentaria, cuatro a metas nutricionales y una se relaciona con variedad de la alimentación. Las variables se computaron según el criterio propuesto por Pinheiro y Atalah, modificando las metas alimentarias para que estas fueran concordantes con la Pirámide Alimentaria de la Mujer (10) (Tabla 1). Debido a las dificultades técnicas para evaluar las cantidades de sal agregadas a las preparaciones, solamente se consideró el sodio contenido en los alimentos y el de alimentos industrializados, al igual que el estudio de Rebolledo y col (11).

TABLA 1
Criterios utilizados para definir el puntaje de cada variable del Índice de Alimentación Saludable

| Variable | Puntaje |
|--|--|
| Cereales, verduras, frutas, lácteos y carnes | 0= sin consumo 10= \geq a 100% de las porciones recomendadas para la mujer * |
| Grasa total | 0= Grasa total $>45\%$ o $<15\%$ del VCT; 10= Grasa total entre 20% y 30% del VCT * ‡ |
| Grasa saturada | 0= Grasa saturada $>15\%$ del VCT; 10= Grasa saturada $<10\%$ del VCT ‡ |
| Azúcares | 0= >32 porciones 10= < 6 porciones * ‡ |
| Sodio | 0= $> 3,8\text{g/día}$; 10= $< 2,0 \text{g/día}$ *, ‡ |
| Variedad | 0= $< 25\%$ de las porciones de cereales, vegetales, frutas, lácteos y carnes 2= \geq a 25% de las porciones recomendadas de cada grupo. El puntaje global se obtiene sumando el de los 5 grupos * |

* Los valores intermedios son calculados de forma proporcional

‡ Puntos de corte de acuerdo a las Guías Alimentarias para la Mujer Chilena (9)

Para obtener la información necesaria para llevar a cabo el estudio se realizó entrevista a las mujeres atendidas, evaluación antropométrica y revisión de fichas clínicas. Durante la entrevista a cada participante se le aplicó una encuesta alimentaria de tendencias (frecuencia de consumo), sobre el consumo de alimentos en los 15 días previos. Fueron realizadas por personal entrenado y supervisado por Nutricionistas. Para procesar la información alimentaria se utilizó el programa computacional Sofnut Ltda. Versión 2002, el cual calcula el aporte de energía, fibra, lípidos, ácidos grasos, colesterol, vitaminas A, E, C, β caroteno, ácido fólico, selenio, zinc, calcio y hierro a partir de una base de datos creada con información tanto nacional como internacional (12). Además, permite agrupar los alimentos de acuerdo a las recomendaciones de la Pirámide Alimentaria Chilena. Para realizar la evaluación antropométrica se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) y clasificó según normas del Ministerio de Salud: bajo peso (IMC < 18,5), normal (entre 18,5 y 24,9), sobrepeso (entre 25 y 29,9) y obesidad (≥ 30). La revisión de fichas clínicas se efectuó para corroborar datos del embarazo, tales como peso pregestacional o al inicio de la gestación, ganancia de peso durante la gestación, patologías previas y propias del embarazo, número de controles prenatales efectuados, etc.

Estadística

Los datos fueron procesados con el programa SPSS, versión 14.

En la aplicación de los test estadísticos se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

El IAS fue analizado como una variable cuantitativa continua. De acuerdo a los resultados del IAS los individuos fueron clasificados en tres categorías: debajo de 51 puntos corresponde a alimentación inadecuada, de 51 a 80 puntos es una alimentación que necesita modificación y superior a 80 puntos se clasifica como alimentación saludable (13).

Se realizaron los cruzamientos del IAS con las variables que describen el perfil demográfico y socioeconómico de la población y el estado nutricional, se compararon medias para identificar variaciones del índice. Se aplicaron las pruebas de χ^2 para identificar asociaciones entre el IAS mayor a 80 puntos y las variables arriba mencionadas. Se utilizó el análisis de regresión lineal simple, considerando el IAS como la

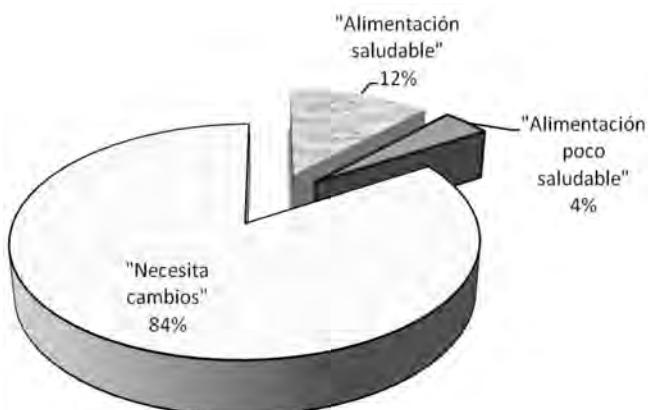
variable dependiente y el nivel de instrucción, composición familiar, ingresos familiares y controles de salud durante el embarazo como las independientes. La idea original era que las variables que obtuvieran valores significativos fueran incluidas en un modelo de regresión lineal múltiple. Este último análisis no se llevó a cabo porque se dio interacción significativa en una sola variable.

RESULTADOS

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 258 mujeres, provenientes de una población de aproximadamente 25.000 usuarias de 2 servicios de salud de la Red de Atención Primaria, que cubren un total de 20 consultorios y comprenden áreas urbanas y rurales de Chile. La media de edad de las mujeres fue de 24 años, la mediana de escolaridad de 12 años y de número de hijos 2. La mediana de ingresos familiares era aproximadamente 320 dólares americanos. El número integrantes del hogar tenía una mediana de 5, la mayoría de la población no trabajaba (76%) y era mayoritariamente rural (77%). Las mujeres tenían una mediana de talla de 157cm. La mediana de consumo energético fue de 2630 kcal

El promedio del IAS de las 258 participantes fue $69,06 \pm 10,44$ (mínimo 37, máximo 92), clasificando la alimentación con "necesidad de cambio" y cumplimiento de las metas nutricionales/ alimentarias inferior a 70%. Sólo 12% tenía alimentación saludable, la mayoría necesitaba cambios (84%) y 4% tenía alimentación poco saludable (Figura 1).

FIGURA 1
Distribución de la población según clasificación del Índice de Alimentación Saludable



Las metas nutricionales/alimentarias mejor logradas fueron para el grupo de cereales, de carnes, sodio, el porcentaje de calorías provenientes de grasas totales, de grasas saturadas, y la variedad en la alimentación, con puntajes superiores a 7 en la escala de 1 a 10. El consumo de frutas y lácteos obtuvo puntaje de 6. En tanto, los puntajes más bajos correspondieron a vegetales y a azúcares simples, la mediana de los componentes fue 4 y 3 respectivamente.

Se observaron variaciones del IAS de acuerdo a las características demográficas y socioeconómicas, a pesar de que ninguna de estas diferencias resultó significativa. En cambio, se corroboraron diferencias significativas en los test x2 cuando se analizó la variación de los componentes del IAS de acuerdo a estas mismas características. Se compararon entre los subgrupos de la población los porcentajes de mujeres con puntuación máxima en cada componente (Tabla 2). Las diferencias fueron a favor de mujeres adolescentes para los grupos de alimentos: cereales, papas y leguminosas frescas; vegetales; carnes, huevos y leguminosas secas. La adhesión a la meta alimentaria con respecto

al consumo de cereales, papas y leguminosas frescas también fue mayor en los subgrupos de mujeres con menor educación y las que habitaban en el medio rural. Las mujeres que pertenecían a los subgrupos poblacionales de menores ingresos y las que habitaban en medio rural, tenían proporcionalmente mayor porcentaje óptimo para el consumo de sodio. Para el consumo de lácteos, presentaron puntaje más alto mayor porcentaje de quienes tenían nivel educativo básico comparadas con quienes tenían educación media o superior, otro subgrupo que presentó adherencia mayor para este grupo alimentario fue el integrado por mujeres del medio urbano. Este último subgrupo también logró una diferencia favorable en el porcentaje de mujeres que adhirieron a la meta nutricional de grasas saturadas.

La relación entre el estado nutricional en dos momentos puntuales (inicio del embarazo y 6 meses posparto) y el promedio del IAS se muestran en la Figura 2. Las mujeres con estado nutricional normal o adelgazadas al inicio del embarazo, eran quienes presentaban un promedio de IAS mayor (70,70 y 67,74 para

TABLA 2
Distribución de mujeres con puntuación máxima de cada componente del Índice de Alimentación Saludable, según características demográficas y socioeconómicas

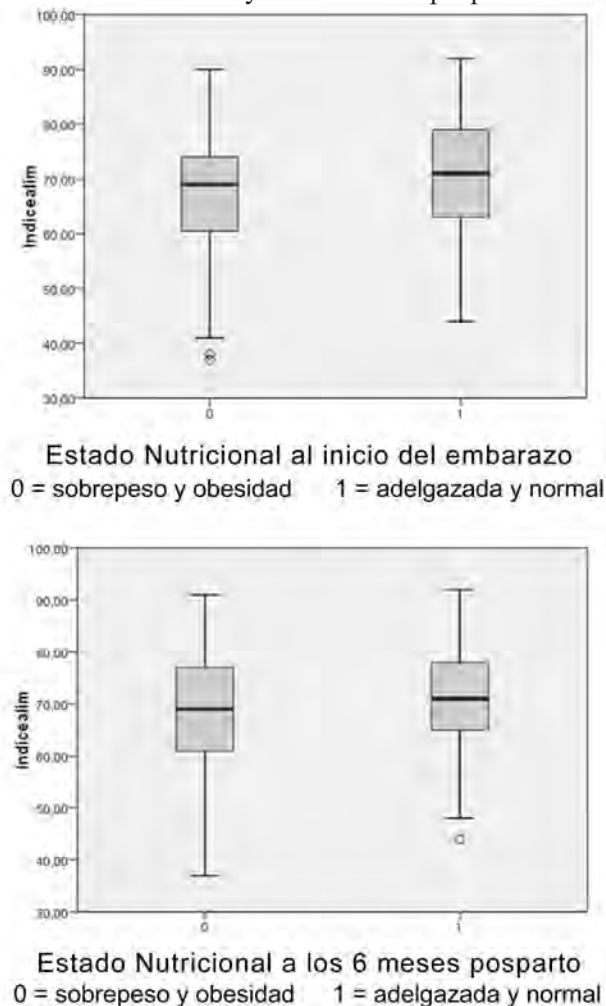
| Variables | | Componentes Índice de Alimentación Saludable ‡ | | | | | | | | | |
|-----------|---------------|--|-------------|------------|-------------|------------|-----------------|--------------------|------------|-----------|--------------|
| | | Cereal (%) | Vegetal (%) | Frutas (%) | Lácteos (%) | Carnes (%) | Grasa total (%) | Grasa saturada (%) | Azúcar (%) | Sodio (%) | Variedad (%) |
| Edad | Adolesc | 56,9* | 19,0* | 41,4 | 41,4 | 48,3* | 53,4 | 93,1 | 8,6 | 74,1 | 46,6 |
| | Adulta | 39,6 | 8,8 | 31,3 | 32,4 | 42,4 | 42,3 | 84,6 | 14,8 | 79,1 | 37,4 |
| N.E. † | Básica | 65,0* | 7,5 | 30 | 50,0* | 40 | 40 | 77,5 | 7,5 | 87,5 | 32,5 |
| | Media y univ. | 40,8 | 11 | 33 | 30,3 | 36,7 | 48,8 | 88,5 | 14,2 | 77,1 | 40,8 |
| Trabajo | Si | 39,3 | 5,4 | 32,1 | 26,8 | 33,9 | 46,4 | 89,3 | 12,5 | 73,2 | 41,1 |
| | No | 45,4 | 13,1 | 33,9 | 37,2 | 36,6 | 44,3 | 85,8 | 13,7 | 79,8 | 39,3 |
| Ingresos | ≤420 dólares | 44 | 10,3 | 32,6 | 36 | 37,7 | 46,3 | 85,1 | 13,7 | 82,3* | 37,7 |
| | >420 dólares | 42,9 | 14,3 | 38,1 | 31,7 | 31,7 | 41,3 | 90,5 | 11,1 | 65,1 | 46 |
| Medio | Urbano | 29,3* | 12,1 | 36,2 | 48,3* | 31 | 44,8 | 94,8* | 19 | 69,0* | 44,8 |
| | Rural | 49 | 10 | 31,5 | 29 | 39 | 46 | 84,5 | 11,5 | 81,5 | 38 |

* p<0,05

‡ Cereales, papas y leguminosas frescas vegetales frutas lácteos carnes, huevos y leguminosas secas % de calorías grasas % de calorías de grasas saturadas azúcares simples Sodio y variedad

† Nivel Educativo

FIGURA 2
Índice de Alimentación Saludable
por subgrupos de Estado Nutricional al inicio
del embarazo y a los 6 meses posparto



las mujeres con exceso de peso). A los 6 meses posparto se presenta una idéntica situación, promedio de IAS para adelgazadas y normonutridas 70,91 y para las mujeres con sobrepeso y obesas 68,77. Estas diferencias no presentaron significancia estadística. La situación de recuperación del peso pregestacional y calidad de la alimentación se analizó comparando las mujeres que habían recuperado su peso pregestacional y las que no lo lograron y el hecho de presentar alimentación saludable. En ambos grupos es similar el porcentaje de mujeres que alcanza una alimentación saludable, la pequeña variación no presentó significancia estadística.

Se realizó un análisis de regresión simple para identificar variables de interacción que pudieran ser

factores de protección para tener una alimentación saludable. Como resultado se demostró que el número de controles que la mujer había realizado durante el embarazo, aumenta proporcionalmente el IAS, el coeficiente de regresión fue $\beta=0,74$ ($p=0,016$).

DISCUSIÓN

La calidad de la alimentación de las mujeres que participaron en este estudio necesita modificaciones. Los valores medios de los índices de calidad de los estudios consultados, al igual que este, se encuentran entre 50 y 70 puntos, lo que significa que en promedio la calidad de la alimentación de las personas necesita modificaciones, aunque no se traten de hábitos alimenticios similares (10, 13-16). Entretanto, resultados superiores obtuvieron estudios que evaluaban la calidad de la alimentación en niños pequeños; el HEI aplicado a niños estadounidenses de 2 a 3 años dio como resultado un promedio de 75,70 (7); Moreira y cols. aplicaron el HEI a 35 preescolares, luego de intervención en educación alimentario nutricional, el IAS promedio fue 90,1 (17). La explicación posiblemente se deba a que las familias y la sociedad prestan mayor atención a la alimentación de los niños pequeños.

La alimentación de la población estudiada se caracterizó por bajo consumo de verduras, frutas y lácteos y un alto consumo de azúcar. Respecto a las frutas la adecuación a la recomendación es baja y además, se encontró una proporción de las mujeres con puntuación de 0, lo que significa un consumo prácticamente nulo. Todos los componentes presentaron puntaje por debajo del máximo, excepto en porcentaje de calorías provenientes de grasas saturadas y sodio. Los resultados en cuanto a inadecuados consumos de alimentos y con desequilibrios en el aporte de nutrientes sugieren que de mantenerse este perfil, se podrían producir en el futuro efectos perjudiciales en el estado nutricional y de salud en general de esta población.

El hecho de no haber encontrado variación significativa entre el IAS y las variables demográficas y socioeconómicas como la hallada en otros estudios, puede ser atribuido a la homogenización de los hábitos alimenticios, debido a que las mujeres tenían características, que determinaban un perfil común. A pesar de esto, las adolescentes presentaron un puntaje de IAS más alto que las adultas. Este fenómeno resulta inesperado, probablemente esté relacionado con la mayor relevancia que en los últimos años se le ha dado

a la educación alimentario nutricional en el sistema educativo formal, con módulos específicos de alimentación saludable en los programas (18).

La naturaleza compleja de la alimentación humana presenta desafíos, especialmente cuando se pretende realizar comparaciones. Las diferencias encontradas, pueden ser explicadas en parte por la disponibilidad de alimentos a nivel familiar, diferente para los estratos analizados. La mayor adherencia a las metas alimentarias/nutricionales de la población considerada más vulnerable (adolescentes con hijos, mujeres con menor educación, más pobres, rurales) no puede ser explicada a través de este estudio. Es posible que pueda ser explicada por la focalización de los programas alimentarios, aspecto que si bien es positivo y necesario, no logra modificar la calidad de la alimentación de todas las mujeres aunque sí de determinados componentes, por tener históricamente un claro enfoque hacia el déficit, ya no global, sino de micronutrientes.

Según los resultados, es más probable que las personas con menor IAS presenten exceso de peso previo o al inicio del embarazo y a los 6 meses posparto. El no haber encontrado significancia estadística puede responder a que la encuesta alimentaria por tendencia de consumo, método recomendado para evaluar prácticas alimentarias habituales, sólo logra reflejar un lapso de tiempo relativamente corto, mientras el estado nutricional es consecuencia de un período extenso de la historia alimentaria de las personas. De este análisis se puede corroborar, tal como concluyó el estudio de Gao y cols., que el IAS por sí mismo, no constituye una metodología que reemplace a los indicadores antropométricos como el IMC y que su utilidad guarda relación más bien con la identificación de individuos y comunidades con hábitos alimenticios inadecuados (19).

El factor que influyó en la calidad de la alimentación fue el número de controles que la mujer había realizado durante el embarazo. Se puede explicar porque al estar en contacto más frecuente con el personal de salud aumentan las posibilidades de que reciba consejería nutricional y es de suponer que las mujeres que asisten a más controles son las más interesadas en su salud, la de su futuro hijo y su familia. El embarazo es una etapa especialmente indicada para cambiar algunos hábitos no saludables porque la mujer se encuentra más sensible y receptiva a la educación. Los controles del embarazo fueron modificados en cuanto

a su contenido y modalidad como parte de la estrategia Intervención Nutricional a través del Ciclo Vital para la Prevención de Obesidad y otras Enfermedades Crónicas no Trasmisibles. La estrategia incorpora la Consejería en Vida Sana, como una nueva técnica de trabajo más cercana a las personas, definida como una orientación estructurada y breve referida a lograr pequeños y progresivos cambios. La investigación de la que parten los datos de este estudio llegó a la conclusión de que la Consejería en Vida Sana no se implementó como estaba planeada, sin embargo el efecto del número de controles sobre la alimentación saludable está comprobado en este estudio.

Una de las limitaciones del presente estudio fue que solamente se consideró el Sodio contenido en los alimentos y el de alimentos industrializados. Las publicaciones revisadas que especificaron la consideración de todas las fuentes de sodio, se basaron en estimaciones para determinar el Sodio extrínseco (10, 20). Si agregamos un 15% a 20% de Sodio que según el Scientific Advisory Committee on Nutrition's (21), constituye la cantidad que se agrega como sal de mesa, se podría estimar, si bien no es exacto, que la mediana de consumo se ubicaría en 1123mg, que la mediana de puntaje de IAS para ese componente se mantendría en 10 y el IAS total se modificaría en 2 puntos menos. Otras publicaciones chilenas ubican el consumo en el rango de 4.000mg - 4.800mg de Sodio, si esto fuera aplicable a nuestra población estaría determinando mayor subestimación (9, 22,23).

Se podría considerar que la evaluación del consumo a través de una encuesta alimentaria de tendencias como lo es la frecuencia de consumo, constituye otra limitación. Las dificultades del método son que conlleva una sobrestimación y generalmente no son contemplados en su totalidad los alimentos de consumo menos frecuente (24). Sin embargo, ofrece información detallada sobre los tipos de alimentos y sus cantidades, sirve para describir cualitativamente la ingesta usual por grupos de alimentos en un período prolongado de tiempo, permite identificar hábitos alimentarios asociados con riesgo de consumo inadecuado y es un método rápido para obtener la ingesta usual. Por lo antedicho, se puede concluir que de acuerdo al objetivo de esta investigación, es razonable la utilización de frecuencia de consumo.

Finalmente, los resultados de este estudio han arrojado evidencia sobre las prioridades y han marcado el

rumbo de los cambios necesarios para mejorar la calidad global de la alimentación de las mujeres chilenas. En este punto no debemos olvidar que las mujeres que amamantan exclusivamente en el posparto de no presentar una alimentación de calidad adecuada, se encontrarán en una situación de mayor vulnerabilidad. La integralidad de las acciones en este caso es un rumbo inequívoco para lograr óptimos resultados. Por el rol sociocultural que cumplen las mujeres, las acciones de promoción de una alimentación saludable, serían beneficiosas también para su grupo familiar.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a las mujeres que participaron en el estudio y a los equipos de trabajo de campo y procesamiento de datos de este proyecto. También a los coordinadores de la Maestría en Nutrición de la Universidad Católica del Uruguay, la Magister Isabel Bove y al Dr. Luis Nin por su apoyo.

REFERENCIAS

1. OMS. Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos en Régimen Alimentario, Nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Ginebra: OMS; 2003. Serie de Informes Técnicos; 916; 13-20.
2. Berríos X. Factores de riesgo para enfermedades crónicas: Un ejemplo de investigación epidemiológica. Bol Esc Med PUC Chile 1994; 23:73-89.
3. Albala C, Kain J, Burrows R. Obesidad: un desafío pendiente. Santiago de Chile: Universitaria; 2000:31-43.
4. Vio F, Salinas J, editores. Guía para una vida activa. Santiago. Comisión de Actividad Física del Consejo VIDA CHILE; 2003. p.13-18.
5. Pontificia Universidad Católica de Chile, MINSAL. Encuesta Nacional de Salud Chile 2003. Resumen Ejecutivo. Santiago, [Publicación periódica en línea]. 2004; 5-11 Disponible en: <http://epi.minsal.cl/epi/html/invest/ENS/ENS.htm> [Citado 2 Jun 2011]
6. Kennedy, E.T., Ohls, J., Carlson, S., & Fleming, K. The Healthy Eating Index: Design and applications. Journal of the American Dietetic Association, 95(10), 1103-108.
7. The healthy eating index: 1999-2000. United States Department of Agriculture. Center for Nutrition Policy and Promotion. Available in: <http://www.cnpp.usda.gov/publications/hei/hei99-00report.pdf> [Cited 25 Feb 2011]
8. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th Edition, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, December 2010:8-16.
9. Burrows R, Castillo C, Atalah E, Uauy R, editores. Guías de alimentación para la mujer. Santiago de Chile: Ministerio de Salud, Universidad de Chile; 2001:13-24.
10. Pinheiro A, Atalah E. Propuesta de una metodología de análisis de la calidad global de la alimentación. Rev Méd Chile 2005;133:175-82.
11. Rebolledo A, Vásquez M, Del Canto B, Ruz M. Evaluación de la calidad y suficiencia de la alimentación de un grupo de mujeres de la Región Metropolitana de Chile. Rev Chil Nutr [Publicación periódica en línea]. 2005;32(2):118-25. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000200006&lng=es [Citado 10 Feb 11]
12. Pinheiro A, Fuentes L. Sofnut versión 2002. Software de análisis alimentario nutricional. Sofmática Ltda Santiago, Chile.
13. Bowman, S, Lino, M, Gerrior, S, Basiotis, P. The Healthy Eating Index: 1994-96. U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion. CNPP-5. 1998.
14. Gomes A, Campino A, Cyrillo D. Healthy eating index among women from different social strata: the case of Vila Formosa. Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. 2008;33(2):87-97.
15. Morimoto J, Dias M, Galvão Ch, Carandina L, Berti M, Goldbaum M, Fisberg J. Factors associated with dietary quality among adults in Greater Metropolitan São Paulo, Brazil, 2002. Cad. Saúde Pública. Río de Janeiro. 2008; 24(1):169-78.
16. Basiotis P, Carlson A, Gerrior S, Juan W, Lino M. The Healthy Eating Index 1999-2000: charting dietary patterns of Americans. Fam Econ Nutr Rev. 2004;16(1):1-11.
17. Moreira R, Serrão H, Abreu E. Assessment of the global diet quality of preschool children at a non-profit day care center: comparison at two time points. Rev Chil Nutr 2006;33(3):473-79.
18. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas JUNAEB. Santiago de Chile. Disponible en: http://www.junaeb.cl/prontus_junaeb/site/artic/20091013/pags/20091013154429.html [Citado 13 Abr 2011]
19. Gao S, Beresford S, Frank L, Schreiner P, Burke G, Fitzpatrick A. Modifications to the Healthy Eating Index and its ability to predict obesity: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis1,2,3. Am J Clinical Nutrition, 2008;88(1):64-9.
20. Durán E, Soto D, Labraga A, Sáez K. Adecuación de Energía y Nutrientes e Índice de Alimentación Salu-

- dable en mujeres climatéricas. *Rev Chil Nutr* 2008;35:202-07.
21. Annual Report 2003. The salt and health report. Scientific Advisory Committee on Nutrition's. Available in: http://www.sacn.gov.uk/pdfs/annual_report_2003.pdf. [Cited 28 Mar 2010]
 22. Durán E, Soto D, Asenjo G, Labraña A, Quiróz V, Pradenas F. Ingesta dietaria de Sodio, Potasio y Calcio en embarazadas normotensas. *Rev Chil Nutr* [Publicación periódica en línea]. 2002;29(1):40-6. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182002000100006&lng=es. [Citado 30 Mar 2010]
 23. Estrada M. Determinación de Cloruro de Sodio en las Raciones Alimenticias del Programa de Alimentación Escolar de la JUNAEB. Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2007:26-40.
 24. Aranceta J. Nutrición comunitaria. 2 ed. Barcelona (España): Masson; 2001:117-30.

Recibido 01-03-2011

Aceptado: 10-06-2011

A anorexia nervosa e fatores associados em adolescentes do sexo feminino, em município do sul do Brasil

Ana Rodrigues Hulsmeyer, Sonia Silva Marcon, Rosângela Getirana Santana, Daniel Kállas.

Universidade Estadual de Maringá – UEM. Brasil.

RESUMEN. Objetivo foi investigar a prevalência de sintomas de anorexia nervosa e a sua associação com o Índice de Massa Corporal (IMC), e com satisfação e dimensão corporais, em adolescentes do sexo feminino. Trata-se de um estudo de base populacional, do tipo transversal, realizado com 407 adolescentes entre 14 e 19 anos, e incluiu a avaliação do IMC, o Eating Attitude Test, e a Escala de Silhuetas Corporais. A associação entre as variáveis dependente e independente foi realizada por meio da análise univariada, seguida da multivariada com ajuste do modelo logístico. A prevalência dos sintomas de anorexia foi de 15,97%, sendo que as adolescentes insatisfeitas com a sua imagem corporal têm 2,56 (IC 1,11-5,83) mais chances de desenvolver sintomas de anorexia. A maioria delas apresentou-se eutrófica (83,78%), e não foi observada relação entre o IMC e presença de sintoma de anorexia. Os resultados sugerem que a insatisfação corporal está relacionada à presença do sintoma de anorexia, indicando a necessidade de uma atuação multidisciplinar junto à população estudada.

Palavras chave: transtornos alimentares, anorexia nervosa, imagem corporal, nutrição do adolescente, imagem corporal, comportamento alimentar, índice de massa corporal.

SUMMARY. In anorexia nervosa and associated factors in female adolescents city in south of Brazil. The objective was to identify the prevalence of anorexia nervosa symptoms and its associations with body mass index (BMI) and body size satisfaction among female adolescents. It is a cross-sectional population based study of 407 adolescents aged between 14 and 19, including the BMI assessment, the Eating Attitude Test and the Silhouette Scale. The association between the dependent and independent variables was performed by the univariate analyses and followed by a multivariate analysis with adjusted logistic model. The prevalence of symptoms of anorexia nervosa was 15.97%, and the adolescents who are dissatisfied with their body image have 2.56 (IC 1,11-5,83) times increased risk of developing symptoms of anorexia. Most of them are eutrophic (83.78%), and there was no connection between the presence of symptoms of anorexia and the BMI. The results suggest that body dissatisfaction is related to the symptoms of anorexia, which indicates the need of a multidisciplinary performance with the population.

Key words: eating disorders, anorexia nervosa, body image, nutrition of adolescents, eating behavior, body mass index.

INTRODUÇÃO

Apesar dos quadros de transtornos alimentares constituírem uma “epidemia silenciosa”(1), a baixa prevalência conhecida na população, tanto no gênero feminino quanto no masculino, e a tendência ao segredo que envolve essas doenças, agravada por preconceitos, dificultam a realização de estudos populacionais (2).

Os transtornos alimentares são síndromes comportamentais caracterizados por um padrão de comportamento alimentar gravemente perturbado por um controle patológico do peso corporal e por distúrbios da percepção do formato corpora (13).

De maneira geral, esses transtornos podem ser divididos em dois grupos: o primeiro, que acomete crian-

ças, é formado pelo transtorno da alimentação na primeira infância, transtorno de ruminação e picamalácea. Já o segundo grupo é mais comum na adolescência e pode ocasionar sérias agressões à saúde do indivíduo, sendo constituído por anorexia nervosa (AN), bulimia nervosa (BN) e transtorno da compulsão alimentar periódica (TCAP) (4,5). Apenas 10% dos casos de transtornos alimentares ocorrem em homens, e nestes, o início geralmente é mais tardio (18 e 26 anos) (6, 7).

A anorexia nervosa é caracterizada por transtorno psiquiátrico grave, acompanhado de grande e intencional perda de peso, distorção da imagem corporal e distúrbios endócrinos (8,9). É influenciada principalmente por fatores sociais, psicológicos, familiares e genéticos (9,10). Ela ocorre predominantemente em mulheres

jovens, com picos de incidência aos 14 e 17 anos. As taxas de prevalência ao longo da vida oscilam entre 0,3% e 3,7% (11).

Nos Estados Unidos, onde o número de estudos é superior aos realizados no Brasil e a prevalência é de 0,5 a 1%¹¹, estima-se que 30 a 40% desses pacientes se recuperam completamente, não voltando a apresentar os sintomas; outros 30 a 40% têm uma evolução mediana, oscilando entre períodos de melhora e recidiva e o restante dos pacientes tem um curso grave, com complicações psicológicas e físicas mais sérias. As complicações psicológicas mais prevalentes são: transtorno da ansiedade, transtorno obsessivo compulsivo e transtorno da personalidade (12,13).

As adolescentes com anorexia têm um medo incontornável de ganhar peso, resultando em um comportamento alimentar inadequado com restrição severa de alimentos, principalmente fontes de carboidrato e gordura. Isto leva a um quadro de desnutrição crônica e disfunção hipotalâmica, com complicações clínicas decorrentes principalmente do estado nutricional, que consiste em alterações em vários sistemas, como: o gastrointestinal, com obstipação, pancreatite, alteração das enzimas hepáticas; cardiovascular com insuficiência cardíaca, parada cardíaca, miocardiopatias; hematológico com anemia, leucopenia, trombocitopenia; metabólico com hipocalcemia, hiponatremia, hipoglicemia, desidratação; e endocrinológico. E outras complicações clínicas como hipotermia, convulsões, insuficiência renal crônica, diabetes melito tipo 1, e osteoporose (2,13).

Além disso, em razão das complicações físicas da doença como inanição, morte súbita de causa cardíaca e suicídio, os índices de mortalidade podem chegar a 20% (11).

Devido ao baixo aporte calórico e ao consumo comprometido de vitaminas e minerais, a grande maioria das complicações da saúde destas adolescentes advém de seu estado nutricional (14). Por esta razão, os nutricionistas possuem um papel importante na recuperação destas adolescentes (14).

Por ser um transtorno de origem multifatorial, a AN necessita de avaliações e abordagens que contemplem os vários aspectos envolvidos em sua gênese e manutenção, sendo necessária a aplicação de instrumentos que avaliam as comorbidades, a imagem corporal, a qualidade de vida e a adequação social, além daqueles utilizados para o rastreamento ou diagnóstico do trans-

torno(17). Alguns instrumentos utilizados para mensurar aspectos psicopatológicos gerais e específicos dos transtornos alimentares foram desenvolvidos a partir do estabelecimento e aprimoramento dos critérios diagnósticos pelo Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais (DSM); entre eles o Eating Attitudes Test- EAT, utilizado para o rastreamento de indivíduos suscetíveis ao desenvolvimento de anorexia nervosa, cujos resultados podem apontar a presença de padrões alimentares anormais, mas não diagnosticam o transtorno (15).

Alguns grupos possuem maior risco de desenvolver esses transtornos, dentre eles os das modelos, atrizes, atletas e nutricionistas, pois lidam com a importância da forma corporal e padrões de beleza (8).

O diagnóstico dos fatores de risco que levam a população jovem a adquirir anorexia nervosa pode auxiliar no desenho epidemiológico desses transtornos alimentares, dando maior visibilidade ao problema. Na literatura especializada são encontradas, quase que exclusivamente, pesquisas realizadas com população-alvo estratificada, composta por estudantes, principalmente universitários, diferentemente do presente estudo que é de base populacional. O objetivo foi determinar a prevalência de sintomas de anorexia nervosa e a associação desse sintoma com Índice de Massa Corporal (IMC), satisfação e dimensão corporais em adolescentes do sexo feminino, residentes na área urbana do Município de Umuarama –PR.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, de base populacional, realizado na região Noroeste do Paraná – Brasil.

Os dados foram coletados no período de julho a dezembro de 2008, no domicílio de adolescentes do sexo feminino, com idade entre 14 a 19 anos (19,38% da população total) (16), residentes na zona urbana do município, por meio de entrevistas semi-estruturadas. Na composição da amostra, utilizaram-se os critérios adotados pelo Observatório das Metrópoles de Maringá, que têm por objetivo avaliar territorialmente a distribuição da população em função das categorias sócio-ocupacionais – CAT's. Estas, por sua vez, tiveram como base o conjunto de informações do Censo Demográfico¹⁶ sobre a população economicamente ativa, de acordo com as variáveis: ocupação, posição na ocupação, setor de atividade, renda e grau de instrução. A

partir desta categorização, os moradores são agrupados por unidades espaciais denominadas Áreas de Expansão Demográficas (AED's), sendo que a cidade de Umarama foi dividida em seis AED's (cinco AED's na área urbana e uma AED na área rural).

Na definição do tamanho amostral utilizou-se prevalência de 20% (8), considerando-se o número de adolescentes residentes no município (16). O erro de estimativa adotado foi de 5% e confiabilidade e precisão da amostra de 95%, acrescido de 20% para possíveis perdas, resultando em 446 adolescentes a serem entrevistadas. A amostra final foi constituída de 407 adolescentes, visto que 39 adolescentes foram excluídas por não completarem todo o questionário (perda de 8,74%).

Na seleção das adolescentes a serem incluídas no estudo foi utilizada a técnica de amostragem aleatória simples. Ou seja, com os mapas das cinco AED's urbanas, sortearam-se aleatoriamente as ruas e as primeiras residências a serem abordadas. A partir daí, a cada 10 unidades domiciliares, sempre à esquerda, uma era abordada. No caso de não haver adolescentes do sexo feminino residindo na casa, ou da não autorização dos pais ou responsável, passava-se para a unidade domiciliar seguinte, podendo ter até duas substituições. Em cada domicílio só foi entrevistada uma adolescente, e quando havia mais de uma adolescente que atendesse aos critérios de inclusão, apenas uma era selecionada por sorteio simples.

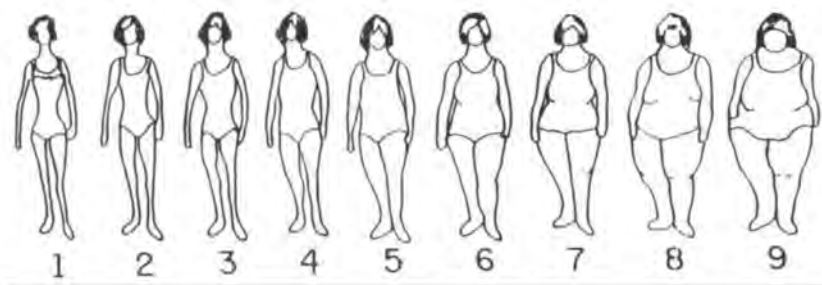
A variável dependente estudada foi a sintomatologia anoréxica, sendo divididas as adolescentes em dois grupos: com e sem sintoma de anorexia, determinado pelo Teste de Atitudes Alimentares (EAT 26 – Eating Attitude Test). Este instrumento contém 26 questões sobre comportamento alimentar e imagem corporal, e seis possibilidades de resposta: 1. Nunca; 2. Raramente; 3. Às vezes; 4. Frequentemente; 5. Muito frequentemente e 6. Sempre. A sintomatologia relacionada à anorexia nervosa foi determinada quando a soma dos pontos obtidos por cada indivíduo foi igual ou superior a 20 (17-19).

As variáveis independentes consideradas foram: o IMC (Índice de Massa Corporal), a insatisfação e a dimensão corporal. O IMC foi obtido a partir da razão entre peso (Kg) e estatura (m) (2) auto-referidos (11). O estado nutricional das adolescentes foi classificado

de acordo com os critérios de Must et al (20), segundo idade e sexo dos indivíduos. De acordo com os pontos de corte propostos considera-se de baixo peso os adolescentes cujos valores são inferiores ao percentil 5, eutróficos quando os valores estão entre os percentis 5 e 85, sobrepesados quando entre os percentis 85 e 95, e obesos acima do percentil 95 (21).

Para avaliar a satisfação com a imagem corporal e a noção da dimensão corporal foi utilizada a escala de Silhuetas Corporais (figura 1) (22).

FIGURA 1
Escala de Silhuetas Corporais (22).



Fonte: (23).

A dimensão corporal foi avaliada a partir da comparação entre o IMC e a auto-classificação na escala de silhuetas. As adolescentes foram classificadas em: conhece a dimensão corporal, quando a escolha da silhueta equivale ao IMC encontrado; superestima a dimensão corporal, quando a escolha da silhueta é maior do que IMC encontrado; e subestima a dimensão corporal, quando a escolha da silhueta é menor do que IMC encontrado. Para fins de análise, a dimensão corporal foi dicotomizada em superestima e não superestima a imagem corporal, sendo esta última resultante da união das que conhecem e das que subestimam a dimensão corporal (24).

A insatisfação corporal, por sua vez, foi identificada a partir da discrepância entre o número da figura escolhida como a atual e o número da figura escolhida como ideal (isto é, figura eu X figura ideal). Quanto mais próximo de zero for essa diferença, menor a insatisfação e quanto mais distante, maior a insatisfação, representada pelo desejo da entrevistada em possuir um corpo menor do que o atual. Não existe um ponto de corte que indique categorias de insatisfação, como “insatisfação leve, moderada ou grave” (24), portanto esta variável foi classificada apenas em satisfeita e insatisfeita

com a imagem corporal.

Os dados foram inseridos em planilha do Excel 2003 for Windows e a análise e consistência dos dados foi feita com o auxílio do programa EpiInfo, versão 6.0 e SAS. A análise estatística descritiva envolveu distribuição de freqüências e razão de chance, utilizando-se o teste do qui-quadrado e/ou de Fisher para a verificação da associação entre as variáveis. Foi realizada análise univariada entre a variável dependente (sintoma de anorexia) e as variáveis independentes (IMC, insatisfação e dimensão corporal), obtendo-se as razões de chances e seus respectivos intervalos de confiança (95%).

O desenvolvimento do estudo obedeceu aos preceitos éticos disciplinados pela resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Paranaense (Parecer no 14075/2008). Todas as adolescentes e seus responsáveis (quando menor de idade) assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

RESULTADOS

Na população estudada, constituída por 407 adolescentes do sexo feminino, observou-se maior concentração de indivíduos com 15 e 16 anos (45,70%). Quanto ao estado nutricional, segundo o IMC, a maioria das adolescentes era eutrófica (83,8%), sendo que a prevalência de sobrepeso e obesidade foi respectivamente de 10,1% e 4,4% e de sintoma de anorexia de 16,0%. Apesar de grande parte das adolescentes estar insatisfeita com sua imagem corporal (77,9%), a maioria não superestima sua dimensão corporal (81,3 %) (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta as Razões de Chance bruta e ajustada, de acordo com a associação das variáveis dependentes e independentes. Na regressão logística observou-se que as variáveis IMC e Dimensão corporal não estão associadas à presença de sintomas de anorexia nervosa, embora adolescentes com baixo peso apresentem maior chance em desenvolver estes sintomas do que adolescentes com outros estados nutricionais.

Observou-se que a insatisfação com imagem corporal constitui fator de risco para presença de sintomas de anorexia, uma vez que quem não está satisfeito com a sua imagem corporal tem 2,56 mais chance de desenvolver estes sintomas do que quem está satisfeito com a imagem corporal (Tabela 2).

TABELA 1
Características gerais da amostra, Noroeste/PR, 2008.

| Variáveis | N | % |
|---------------------------------------|-----|------|
| Idade (anos) | | |
| 14 | 51 | 12,5 |
| 15 | 104 | 25,5 |
| 16 | 82 | 20,1 |
| 17 | 59 | 14,5 |
| 18 | 60 | 14,7 |
| 19 | 51 | 12,5 |
| IMC (Kg/m²) | | |
| Baixo Peso | 18 | 1,7 |
| Sobrepeso | 41 | 10,1 |
| Obesidade | 7 | 4,4 |
| Eutrófica | 341 | 83,8 |
| Sintomas de anorexia | | |
| Sim | 65 | 16 |
| Não | 342 | 84 |
| Satisfação com imagem corporal | | |
| Sim | 90 | 22,1 |
| Não | 317 | 77,9 |
| Dimensão Corporal | | |
| Superestima | 76 | 18,7 |
| Não superestima | 331 | 81,3 |

IMC: Índice de massa corporal

DISCUSSÃO

O índice de transtornos alimentares vem aumentando no mundo todo, tanto em países desenvolvidos, como em desenvolvimento como o Brasil, onde, apesar da carência de dados estatísticos, a experiência clínica sugere que a prevalência destes transtornos também é significativa (5,25).

Devido aos elevados graus de morbimortalidade, os transtornos alimentares chamam cada vez mais a atenção dos profissionais da saúde para a necessidade de estudos referentes ao tema, utilizando-se principalmente de questionários que, embora não permitam o diagnóstico do transtorno, possibilitam mostrar a prevalência de sintomas para o desenvolvimento dos mesmos, favorecendo a prevenção da doença (26,27).

Apesar do presente estudo se diferir metodologicamente da maioria dos estudos nacionais, os quais têm sido realizados com estudantes de instituições públicas e privadas, observa-se que a prevalência do sintoma de anorexia nervosa (16,0%) encontrada é semelhante aos

TABELA 2
Análise razão de chance e intervalo de confiança para sintomas de anorexia nervosa de adolescentes de 14 a 19 anos de idade, Noroeste-PR, 2008.

| Classificação IMC | Com Sintoma de Anorexia | | Sem Sintoma de Anorexia | | Razão de Chance Bruta | IC 95% | Razão de Chance ajustada | IC 95% |
|----------------------------------|-------------------------|------|-------------------------|------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|
| | n | % | n | % | | | | |
| Variáveis | | | | | | | | |
| Obeso | 3 | 0,7 | 15 | 3,7 | 1,9 | 0,24-4,19 | 0,9 | 0,25-3,64 |
| Sobrepeso | 7 | 1,7 | 34 | 8,35 | 1,12 | 0,43-2,81 | 0,83 | 0,35-2,09 |
| Baixo Peso | 2 | 0,5 | 5 | 1,2 | 2,17 | 0,28-13,09 | 2,24 | 0,41-12,08 |
| Eutrófico | 53 | 13 | 288 | 70,8 | 1 | - | 1 | - |
| Satisfação com a Imagem Corporal | | | | | | | | |
| Não | 58 | 14 | 259 | 64 | 2,66 | 1,11-6,63 | 2,56 | 1,11-5,83 |
| Sim | 7 | 1,7 | 83 | 20,3 | 1 | - | 1 | - |
| Dimensão Corporal | | | | | | | | |
| Superestima | 17 | 4,2 | 59 | 14,5 | 1,7 | 0,87-3,29 | 1,62 | 0,85-3,07 |
| Não superestima | 48 | 11,8 | 283 | 69,5 | 1 | - | 1 | - |

IC = Intervalo de confiança

índices encontrados em outros estudos realizados em São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina.

No estudo realizado com 279 estudantes do sexo feminino, com idade entre 15 e 18 anos, no município de São Paulo, constatou-se que 21,1% da população possuíam sintoma de anorexia nervosa¹⁸. Em Minas Gerais, também utilizando o EAT, identificou-se que 13,33% dos estudantes com idade entre 7 e 19 anos apresentaram prevalência de sintomas de anorexia; dentre eles a prevalência foi maior nas meninas (8,02%) com idade entre 14 a 16 anos, o que condiz com outros trabalhos que relatam maior incidência entre adolescentes do sexo feminino (19).

Estudos realizados com universitários constataram prevalência maior de sintoma de AN do que em estudantes do ensino médio. Em Taubaté – SP, por exemplo, 24,4% dos universitários dos cursos de Educação Física e Nutrição apresentavam sintomas de anorexia, também com prevalência maior no sexo feminino (7) e em Maringá–PR, 23,61% das universitárias dos cursos da área da saúde de uma instituição privada (n = 216) apresentaram padrões alimentares anormais, indicando presença de fatores de risco para o desenvolvimento de anorexia nervosa (28). Em outro estudo, realizado na Universidade Federal de Santa Catarina com universitárias do curso de nutrição e demais cursos da área da saúde (221 mulheres), com faixa etária de

19 a 25 anos, constatou-se que 22,17% apresentaram fator de risco para desenvolvimento de distúrbio alimentar, sendo que as alunas do curso de nutrição apresentaram um percentual maior (25,43%).

Para uma melhor avaliação da anorexia nervosa se faz necessário investigar também a relação dos adolescentes com sua própria imagem corporal, visto que durante a adolescência, que é um período crítico de formação da identidade, caracterizado por mudanças psicológicas, emocionais, somáticas e cognitivas e pelo aumento da preocupação com a aparência física, o risco de insatisfação corporal é ainda maior. Isto perturba a auto-imagem e a auto-estima, podendo predispor a transtornos psicológicos (15). O distúrbio da imagem corporal, frequentemente, está presente em pacientes com anorexia nervosa e se manifesta por um intenso medo de ganhar peso e supervalorização da forma corporal como um todo ou em algumas de suas partes (3, 13, 29).

Além disso, nos adolescentes com sintomas ou diagnóstico de anorexia nervosa, os índices de insatisfação com a imagem corporal são maiores (8,25%) (29). Algumas pesquisas verificaram a influência de fatores externos como mídia, modernização e grupo em que convivem, no comportamento alimentar inadequado de adolescentes (1). Esta população tende a supervalorizar a forma física, o que os leva a uma insatisfação com a

imagem corporal e restrição alimentar, tendo como consequência a perda de peso exagerada (1).

Dessa forma, os resultados encontrados são preocupantes, pois a maioria das adolescentes em estudo (78,0%) não estão satisfeitas com sua imagem corporal. Estes índices são muito superiores aos encontrados no estudo de Minas Gerais, onde 59% dos alunos de ambos os sexos estavam insatisfeitos com sua imagem corporal²³, ou de Florianópolis (SC), com adolescentes do sexo feminino, que encontrou 18,8% das adolescentes insatisfeitas com sua imagem corporal (13,7).

É interessante observar que no presente estudo, a porcentagem de adolescentes que não superestimam a dimensão corporal é maior (81,3%) do que as que superestimam (18,7%), e a porcentagem também é maior das que não possuem sintoma de anorexia (69,5%) do que as que possuem o sintoma (11,8%). Esse resultado contradiz os resultados encontrados na maioria dos estudos, e isto pode estar relacionado ao método empregado para sua avaliação, visto que a Escala de Silhuetas no Brasil foi validada para uso em universitários, e no presente estudo trabalhou-se com a população de adolescentes do município. Este, portanto, pode ter sido um fator limitante da pesquisa, sendo necessários novos estudos com outros métodos para melhor elucidação dos resultados.

Vários são os estudos que relacionam a imagem corporal com o estado nutricional em estudantes, e dentre eles a pesquisa realizada em uma escola particular de Santo André (SP) com estudantes do gênero masculino e feminino. Na ocasião, foi verificado que o estado nutricional, maturação sexual e o sexo interferem na satisfação da imagem corporal e que esta sofre influência negativa da mídia, parentes e amigos (30).

Estudantes de escolas públicas e privadas com idade entre 10 e 19 anos, em Santa Catarina, foram avaliados quanto à satisfação corporal e sintoma de anorexia nervosa e observou-se que o sintoma estava relacionado ao sobrepeso e obesidade nessas adolescentes (OR = 2,075; $p < 0,001$) (13,14).

A maior parte dos estudos na área relaciona sobrepeso e obesidade à presença do sintoma de AN, visto que a insatisfação com a imagem corporal pode desencadear possível restrição alimentar. No entanto, no presente estudo esta associação não foi identificada, embora as adolescentes com baixo peso tenham apresentado maior chance de desenvolver estes sintomas

quando comparadas com adolescentes de outros estados nutricionais.

Os resultados encontrados sugerem que a insatisfação com imagem corporal constitui fator de risco para presença de sintomas de anorexia. Eles chamam a atenção para a necessidade de preparo dos profissionais nutricionistas, juntamente com profissionais da área da educação e da saúde para que estes desenvolvam ações voltadas para prevenção de anorexia nas escolas, não só com adolescentes, mas também com crianças menores de 14 anos. A inserção do nutricionista é de grande importância no ensino médio e fundamental ministrando disciplina e/ou cursos sobre nutrição e alimentação, além de temas relacionados aos transtornos da alimentação.

Também há necessidade de implementação de programas de prevenção e tratamento dos transtornos alimentares tanto no setor público quanto privado, principalmente entre adolescentes, já que esta faixa etária constitui risco para o desenvolvimento destes transtornos.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que a prevalência de sintoma de AN e de insatisfação com imagem corporal é elevado na população de adolescentes, uma vez que quem não está satisfeito com a sua imagem corporal tem 2,56 mais chance de desenvolver estes sintomas do que quem está satisfeito com a imagem corporal

O quadro apresentado demonstra que o município de Umuarama é carente de ações junto à população que abordem temas relacionados à Anorexia Nervosa, principalmente com adolescentes. Em um primeiro momento, fazem-se necessárias ações mais gerais, de caráter informativo, sobre os transtornos alimentares e sua prevenção, estimulando os adolescentes com sintomas e seus familiares a procurarem ajuda profissional para o diagnóstico e tratamento da doença.

Sendo a anorexia nervosa um transtorno de origem multifatorial, em um segundo momento, são necessárias novas pesquisas junto aos adolescentes, de ambos os sexos, que considerem outras dimensões, como fatores psicológicos, sócio-culturais e genéticos, na avaliação da propensão ao desenvolvimento desta doença, e assim realizar um trabalho mais específico com essa população.

A união de esforços de diferentes setores pode favorecer em muito esta empreitada. A presença de um curso de nutrição e outros da área da saúde no município e a utilização de recursos humanos oriundos dos mesmos pode favorecer a disseminação de orientações e informações sobre o tema de diversas maneiras, tais como: comunicação, projetos de extensão e pesquisas na área.

REFERÊNCIAS

1. Andrade A, Bosi MLM. Mídia e subjetividade: impacto no comportamento alimentar feminino. *Rev Nutr* 2003; 16 (91): 117-125.
2. Lenoir M, Silber TJ. Anorexia nervosa em ninhos y adolescentes (Parte 2). *Arch Argent Pediatr* 2006; 104 (4): 338-344.
3. Saikali CJ, Soubhia CS, Scalfaro B M & Cordas TA. Imagem corporal nos transtornos alimentares. *Rev. Psiq. Clin.* 2004; 31 (4): 164-166.
4. Appolinário JC, Claudino AM. Transtornos Alimentares. *Rev Bras de Psiquiatr* 2000; 22(2): 28-31.
5. Morgan CM, Claudino AM. Epidemiologia e Etiologia. In: Zanella MT, Laudino AM. *Guia de Transtornos Alimentares e Obesidade*. Barueri, SP: Manole; 15-24, 2005.
6. Moreira LA, Oliveira IR. Algumas questões éticas no tratamento da anorexia nervosa. *Bras Psiquiatr* 2008; 57(3):161-165.
7. Gonçalves TD, Barbosa MP, Rosa LCL, Rodrigues AM. Comportamento anoréxico e percepção corporal em universitários. *J Bras Psiquiatr* 2008; 57 (3): 166-170.
8. Fiates GMR, Salles RK. Fatores de risco para o desenvolvimento de distúrbios alimentares: um estudo em universitárias. *Rev Nutrição* 2001;14: 3-6.
9. Cordas TA. Transtornos alimentares: classificação e diagnóstico. *Rev Psiq Clin* 2004; 31 (4): 154-157.
10. Bulik CM, Landt MCTS, Furth EFV, Sullivan PF. The genetics of anorexia nervosa. *Annu Rev Nutr* 2007; 27:263-275.
11. Pinheiro AP, Sullivan PF, Bacaltchuck J, Prado-Lima PAS, Bulik CM. Genetics in eating disorders: extending the boundaries of research. *Brás Psiquiatr* 2006; 28 (3): 218-224.
12. Hay PJ. Epidemiologia dos transtornos alimentares: estado atual e desenvolvimentos futuros. *Rev. Bras. Psiquiatr* 2002; 24 (3): 13-7.
13. Alves E, Vasconcelos FAG, Calvo MCM, Neves J. Prevalência de sintomas de anorexia nervosa e insatisfação com a imagem corporal em adolescentes do sexo feminino do Município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2008; 24 (3): 503-512.
14. American Dietetic Association (ADA). Position of the American Dietetic Association: nutritional intervention in the treatment of anorexia, bulimia nervosa and eating disorders not otherwise specified (EDNOS) *J Am Diet Assoc* 2001, 101 (7), 810-19.
15. Freitas S, Gorenstein C, Appolinario JC. Instrumentos para a avaliação dos transtornos alimentares. *Rev Bras de Psiquiatr* 2002; 24 (3).
16. IBGE. Censo demográfico 2000. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=41&letra=U. Acessado em: 03/05/2007.
17. Garner DM, Garfinkel PE. The Eating Attitudes Test: an index of the symptoms of anorexia nervosa. *Psychol Med* 1979; 9: 273.
18. Dunker KLL, Philippi ST, Hábitos e comportamentos alimentares de adolescentes com sintomas de anorexia nervosa. *Rev Nutr* 2003 ; 16(1): 51-60.
19. Vilela JEM, Lamounier JA, Dellaretti Filho MA, Barros Neto JR, horta GM. Transtornos alimentares em escolares. *J Pediatr* 2004, 80 (1): 49-54.
20. Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. *N Engl J Med* 1992; 327: 1350-1355.
21. WHO - World Health Organization. Phisysical status: the use and interpretation of antropometry: report of a WHO expert commitee. *Technical Report Series* 1995, 854
22. Bulik CM, Wade TD, Heath AC, Martin NG, Stunkard AJ, Eaves LJ. Relating body mass index to figural stimuli: population-based normative data for Caucasians. *Int J Obes Rel Met Disord* 2001; 25: 1517-1524.
23. Stunkard A, Sorensen T, Schlusinger F. Use of the Danish Adoption Register for the study of obesity and thinness. In: Kety S, Rowland RP, Sidman RL, Matthysse SW (Eds.). *The genetics of neurological and psychiatric disorders* 1983: 115-120.
24. Scagliusia FB, Alvarenga M, Polacow VO, Cordás TA, Queiroz GKO, Coelho D, Philippi ST, Lancha-Jr AH. Concurrent and discriminant validity of the Stunkard's figure rating scale adapted into Portuguese. *Appetite* 2006; 82: 47-77.
25. Moya T, Fleitlich-Bilyk B. Lista de espera para tratamento de transtornos alimentares na infância e na adolescência. *Rev Bras Psiquiatr* 2003; 5: 259-260.
26. Pinzon V, Nogueira FC. Epidemiologia: curso e evolução dos transtornos. *Rev Psiquiatr Clin* 2006; 31(4):158-60.
27. Vitolo MR, Bortolini GA, Horta RL. Prevalência de compulsão alimentar entre universitárias de diferentes áreas de estudo. *Rev Psiquiatria* 2006; 28 (1): 6-20.

28. Fernandes CAM, Rodrigues APC, Tais V, Marcon SS. Fatores de risco para o desenvolvimento de transtornos alimentares: um estudo em universitárias de uma instituição de ensino particular. *Arq Ciênc Saúde Unipar* 2007; 11: 33-38.
29. Bergström E, Stenlund H, Svedjeha B. Assessment of body perception among swedish adolescentts and Young adults. *J. Adolesc Health* 2000; 5: 26 -70.
30. Conti MA. Imagem corporal e estado nutricional de estudantes de uma escola particular 2002; [Dissertação Mestrado] Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública/USP.

Recibido: 04-05-2011

Aceptado: 20-09-2011

Dietary patterns are associated with overweight and obesity in Mexican school-age children

Sonia Rodríguez-Ramírez, Verónica Mundo-Rosas, Armando García-Guerra, Teresa Shamah-Levy.

Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública.
Cuernavaca, Morelos, México.

SUMMARY. In Mexico, about one third of school-age population is overweight or obese and the diet is one of the main determinants. The purpose of this study was to identify the dietary patterns of Mexican school-age children and to determine their association with the risk of overweight/obesity. This study included 8252 school-age children who participated in the 2006 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT-2006). Dietary data were collected using a 7-day Food Frequency Questionnaire (FFQ). Foods were classified into 25 groups and dietary patterns were defined by cluster analysis. Body Mass Index and prevalence of overweight/obesity were calculated. Logistic regression models were used to evaluate the association between dietary patterns and overweight/obesity. Five dietary patterns were identified: Rural dietary pattern (high intake of tortilla and legumes), sweet cereal and corn dishes pattern (high intake of sugary cereals, tortilla, and maize products); diverse pattern (intake of several food groups); western pattern (high intake of sweetened beverages, fried snacks, industrial snack cakes, and sugary cereals), and whole milk and sweet pattern (high intake of whole milk and sweets). We found that children with sweet cereal and corn dishes and western dietary patterns showed an association with overweight and obesity (prevalence ratio 1.29 and 1.35, respectively, using as reference the rural dietary pattern). Patterns characterized by high intakes of sugary cereals, sweetened beverages, industrial snack, cakes, whole milk, and sweets were associated with a higher risk of overweight/obesity among in Mexican school-age children.
Key words: Child obesity, dietary patterns, Mexico.

RESUMEN. Patrones dietéticos son asociados con sobrepeso y obesidad en niños escolares mexicanos. En México la prevalencia de sobrepeso y obesidad es alta en niños escolares, y la dieta es uno de sus principales determinantes. El objetivo de este estudio fue identificar los patrones dietéticos en población escolar mexicana y determinar su asociación con sobrepeso y obesidad. Este estudio incluyó 8252 niños (ambos sexos) de 5 a 11 años de edad de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT-2006). Se recolectó información dietética utilizando un cuestionario de frecuencia de consumo de 7 días. Los alimentos se clasificaron en 25 grupos y por análisis de conglomerados se obtuvieron patrones dietéticos. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) y la prevalencia de sobrepeso y obesidad. Se evaluó la asociación entre los patrones dietéticos y el sobrepeso y obesidad. Se identificaron 5 patrones dietéticos: Patrón rural (caracterizado por tortilla y leguminosas); patrón de cereales dulces y preparaciones con maíz; patrón diverso (con la mayor cantidad de verduras, frutas y carne en relación a los demás patrones, y alto en bebidas azucaradas); patrón occidental (caracterizado por bebidas endulzadas, frituras, pastelillos y cereales dulces) y patrón de leche entera y dulces). Se encontró que los niños con patrones dietéticos de cereales dulces y preparaciones con maíz y el patrón occidental se asociaron con sobrepeso y obesidad (Razón de prevalencias 1.29 y 1.35, respectivamente, usando como referencia el patrón rural). Patrones caracterizados por alto consumo cereales dulces, bebidas azucaradas, frituras, pastelillos, leche entera y dulces, se asociaron con sobrepeso y obesidad en niños escolares mexicanos.
Palabras clave: Obesidad infantil, patrones dietéticos, México.

INTRODUCTION

Over the past decades, several countries have experienced a significant increase in obesity prevalence (1, 2). Around 17.6 million children worldwide are overweight (3). In Mexico, between 1999 and 2006, there was a dramatic increase in the prevalence of obesity in

the entire population, particularly in school-age children. The prevalence of obesity among school-age children increased 6.5 and 3.3 percentage points in boys and girls, respectively, such that almost one third of that age group is overweight or obese (4).

Obesity in children is associated with non-communicable chronic diseases (diabetes, glucose intolerance,

hypertension, high lipid concentration) (5,6), depression (7) and discrimination (8).

Risk factors associated with obesity are multiple and complex; among them are psychosocial issues, sedentary lifestyles as well as availability of energy-rich foods (9) and intake of sweetened drinks (10). Currently, efforts carried out in countries like the United States aimed at decreasing obesity focus on promoting physical activity (11) and healthy dietary patterns (12,13), given that those behaviors are modifiable (14,15).

One approach to evaluate the relationship between diet and risk for chronic diseases has been to analyze individually nutrients and foods. This approach, however, often ignore the potential interactions between dietary components and risk for chronic diseases (16). A more useful approach to examine diet and chronic disease is dietary pattern analysis, where foods are combined into one or more composite variables (16,17).

Currently, few studies have studied the association between dietary patterns and obesity in children (18). Dietary patterns characterized by high intake of sweets and fried snacks, together with low physical activity, were positively associated to overweight; conversely, a dietary pattern characterized by a wide variety of foods and increased physical activity was negatively associated to overweight in preschool and school-age French children (19).

To our knowledge, there are no studies that evaluate the association of different dietary patterns with overweight or obesity in Mexican school-age children. Therefore, the aim of this study was to identify the dietary patterns of Mexican school-age children and to determine their association with being overweight or obese.

MATERIALS AND METHODS

Study design: We analyzed data from the 2006 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT-2006, its abbreviation in Spanish), a probabilistic, cross-sectional, stratified cluster sample study representative of the national, regional, and state levels, and of urban and rural areas. A detailed description of sampling procedures was published by Olaiz et al (20).

Study population: Subjects included a subsample of children 5 to 11 years of age (54.6% of the national sample), boys and girls, from whom detailed information of diet and anthropometry were available.

Ethics: Written informed consent was given by the mother or guardian of the child before participation in the survey. The protocol of ENSANUT-2006 was approved by the Ethics, Research, and Biosecurity commissions of the National Institute of Public Health (INSP, per its abbreviation in Spanish). Confidentiality was guaranteed by giving an identification number to each participant in the study.

Data collection: Dietary information was obtained through a 7-d Food Frequency Questionnaire (FFQ). The questionnaire was previously validated in another study (21). Also, this FFQ was tested in a pilot study to evaluate its application and to correct coding errors. The questionnaire included a list of 102 food items, and it was administered by field workers trained and standardized in data collection (22). The field workers asked for the days of the week, times of the day, portion sizes and total of portions consumed for each items. A conversion of food quantity to energy and nutrients was made using a table of food nutrition value compiled by the INSP (23). Details on dietary data processing (data collection, building of database, cleaning and handling of data) are described elsewhere (24). Food items were classified into 25 food groups according to characteristics of the food (type, macronutrient and dietary fiber content). Some food items, like soft drinks and eggs, made up their own group. The classification of food groups is presented in table 1. Percentage of energy contributed by each food group to total energy intake by day for each individual was obtained as shown in the following equation.

$$\% \text{ of energy by food group} = \frac{\text{Energy intake by food group X 100}}{\text{Total energy intake}}$$

Energy percentages derived from each food group were transformed to Z-scores in order to conduct the cluster analysis. To obtain the Z score variable, we used the sample mean.

Analysis of dietary patterns: A cluster analysis was performed to derive dietary patterns (by the k means method). This analysis avoids correlation problems of the dietary variables (25-27). Subjects were classified into non-overlapped groups. Two to six solutions were tested which maximized the Euclidian distance between clusters, and finally, the solution of five clusters was chosen, as they better characterized dietary intake according to energy contribution of each food group.

Intake of energy, carbohydrates, protein, fats, saturated fat, fiber and cholesterol was analyzed by cluster or dietary pattern because it has documented that these dietary components are related with overweight risk (18, 28).

Anthropometry: Weight and height of the children who participated in the survey were measured by a trained and standardized field team (29). Height was measured with a stadiometer (Dynatop, Mexico City, Mexico) with measure capacity of up to 2 m and 1-mm precision. Weight was obtained using an electronic scale (Tanita, Tokio, Japan) with 100-g accuracy. Body Mass Index (BMI, kg/m²) was calculated to identify school-age children with overweight or obesity, and the classification was made according to criteria proposed by the International Obesity Task Force (IOTF) (30).

Areas: Urban areas were considered as those with 2500 inhabitants, and rural areas those with <2500 inhabitants. A detailed description has been reported (20).

Dietary data from 9383 children were available. Of them, 667 were excluded from the analysis, as they were 5 standard deviations (SD) away from the sample mean of consumption and adequacy percentage (data not plausible overall energy and macronutrient distribution) (31,24). Although some researchers recommend not taking into account dietary observations >3 SD, in this analysis, observations between 3 to 5 standard deviations were taken into account because their values were plausible (24). Also, 77 observations were eliminated because they included non-plausible information on specific food items; therefore, the sample consisted of 8639 children with available dietary data. When the database was checked to detect observations with either missing weight and height values or implausible values (BMI values <10 or >38) (32), 387 observations were excluded. The final sample comprised 8252 children with plausible dietary and anthropometric data.

Statistical methods: Statistical analysis started with descriptive statistics and simple tabulation for categorical variables. Percentage of energy derived from each food group was assessed. Energy and nutrients by each dietary pattern were calculated as well, as median and interquartile range (p25, p75). Linear regression models were used to analyze mean differences between dietary patterns and contribution to energy and nutrients. We used logistic regression models to analyze the association of dietary patterns and prevalence of

overweight and obesity, with and without adjustment for age and geographic region. Taking into account the odds ratio data, we calculated the prevalence ratio, which is more appropriate for cross-sectional studies, as the odds ratio is not suitable for events where prevalence is above 10% (33). Differences were considered statistically significant at $p < 0.01$ because of the Bonferroni adjustment, which takes into account the number of simultaneous comparisons performed. The p value considered for including variables in the logistic regression models was $p < 0.05$.

Analysis were performed using Stata SVY (Stata Statistical Software, Release 9.2, Stata Corporation, College Station, Texas, USA, 2006), so that the expansion factor and the survey design effect could be adjusted. Because we excluded records without data on diet and anthropometry, it was necessary to recalculate the expansion factors to ensure that our sample was representative of the national level data.

RESULTS

Table 2 shows overall characteristics of school-age children by dietary pattern. The average of age was 8.21 ± 1.9 years. Approximately the half of the population was male and more than 70% of children lived in urban areas and 25.5% of children were overweight or obese.

Table 3 presents the identified dietary patterns and the contribution (median and percentiles 25 and 75) of energy percentage for each food group by dietary pattern. We identified five dietary patterns: Rural (R) dietary pattern, which was characterized by the highest corn tortilla and legume intakes, and a low intake of sweets and some cereals like white bread, whole-wheat bread, rice, and noodles. Sweet cereal and corn dishes (SCC) pattern, which was characterized by the highest intake of sweet cereals, corn dishes and low fat milk, as well as an important intake of sweets, cereals in general, and dairy products. Overall, this pattern was characterized by sweet foods. The diverse (D) pattern presented the highest intake of the sweetened beverages, meat and poultry, dairy products, vegetables and fruits compared with the other patterns. Also, this pattern had an important contribution from corn tortillas. Western (W) pattern showed the highest consumption of cereal in general, soft drinks, cakes, dishes with fat, and salty snacks. This pattern had the lowest intake of

corn tortilla, compared with the other patterns. Whole milk and sweet (WMS) pattern included the highest intake of whole milk and sweet groups, and a lower proportion of corn tortilla, cereals, sweetened beverages, and low-fiber cereals. With respect to dietary pattern distribution, a higher percentage of children had a WMS pattern (24.5%) and R pattern (21.3%), (Data adjusted by survey design, and not shown in table).

Table 4 describes the characteristics of energy, macronutrient, dietary fiber, and cholesterol consumption in school-age children by dietary pattern. Children with WMS pattern had the highest intake of energy (1626 kcal, compared with R dietary pattern; $p < 0.01$), and the highest protein intake (48.4 g; compared with R and D dietary patterns, $p < 0.01$). R dietary pattern had the highest fiber intake (18.2 g) and the lowest total fat intake (28.9 g), compared with other patterns. The lowest fiber consumption was noted in WMS dietary pattern (12.5 g).

Table 5 presents the results of the regression models for the association of dietary patterns with overweight and obesity without adjusting for other variables; adjusting only for age, and adjusting both for age and area, using R dietary pattern reference. We found that in the three models the children with SCC, D, W and WMS dietary patterns were associated with being overweight or obese than those with R dietary pattern. In the age and area-adjusted model, children with SCC and W dietary pattern had a prevalence ratio of being overweight and obesity of 1.29 and 1.35, respectively, compared to the reference R dietary pattern.

DISCUSSION

This study identified, by cluster analysis, five dietary patterns in school-age children who participated in the ENSANUT-2006, which was representative of more than 15 million Mexican children aged 5 to 11 years.

We analyzed the association of five dietary patterns with overweight and obesity. In comparison with the R dietary pattern, the other dietary patterns showed an increase in the prevalence ratio for overweight and obesity. We found that SCC and W dietary patterns, characterized by a higher consumption of sweetened drinks, fried food and salty snacks, and cakes, had the highest fat intake (saturated fat and cholesterol) and the highest associations with overweight and obesity.

TABLE 1

| Food grouping used in the dietary pattern analyses. | |
|---|--|
| Food Group | Example of included foods |
| Vegetables | Tomato, dark green leaves, onion, carrots |
| Fruits | Banana, orange, melon, guava |
| Corn Tortilla | Corn Tortilla |
| Cereals (except corn) | White and whole-wheat bread, rice, pasta soup |
| Ready-to-eat cereal (low fiber) | Corn flakes, puffed rice |
| Ready-to-eat cereal (high fiber) | All bran, Raisin bran type |
| Sweet beverage | Fruits juice, waters with sugar, coffee and tea with sugar |
| Soft drinks | All type of sodas, non diet |
| Corn dishes with fat | Pozole, tamal, sopes, quesadillas |
| Legumes | Beans, soy, chick peas, lentil |
| Meat and poultry | Chicken, pork, beef, lamb |
| Sausage | Ham, bacon, sausages |
| Eggs | Egg |
| Whole milk | whole milk of different brands |
| Low fat milk | Low fat milk of different brands |
| Milk with added sugar | Milk with added sugar, chocolate or flavor |
| Dairy | Yogurt and cheese |
| Fish and seafood | Tuna fish, seafood, fish |
| Oil and fat | Oil, seeds, nuts, margarine, mayonnaise, cream |
| Cakes | Muffins, biscuits, cakes, pies |
| Dishes with fat | Hot dog, pizza, hamburger, French fries |
| Sweet cereals | Bread and cookies |
| Salty snacks | Corn snack |
| Sweets | Sugar, chocolate, jelly |
| Beverages no energy (<20 kcal) | Coffee and tea no sugar, diet soft drink |

TABLE 2
Overall characteristics for school-age children, by dietary pattern, ENSANUT- 2006

| Characteristics | All† (n=8252) | R Dietary Pattern (n=2190) | SCC Dietary Pattern (n=1630) | D Dietary Pattern (n=1463) | W Dietary Pattern (n=1258) | WMS Dietary Pattern (n=1711) |
|-----------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Age* | 8.2±2.0 | 8.8±1.9 | 8.1±2.0 | 8.3±2.0 | 8.1±1.9 | 7.9±2.0 |
| Sex, male (%) | 49.5 | 50.8 | 47.0 | 43.9 | 50.0 | 53.9 |
| Urban area (%) | 70.7 | 41.9 | 73.6 | 70.6 | 85.3 | 82.1 |
| Overweigh/obesity (%) | 25.5 | 19.8 | 27.6 | 26.0 | 30.8 | 24.8 |

* Mean±SD.

† n=8252 observations that represented a 15 494 558 children in school-age.

R= Rural pattern; SCC= Sweet cereal and corn dishes; D=Diverse; W=Western; WMS= Whole milk and sweet.

TABLE 3
Percent energy contribution from food groups to total energy intake in Mexican school-age children, by dietary pattern.

| Food group† | Dietary Pattern | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | Rural* | SCC* | D* | W* | WMS* |
| Vegetables | 0.8 (0.3,1.5) | 0.8 (0.3,1.6) | 2.6 (1.3,4.2) | 1.0 (0.4,2.2) | 1.0 (0.4,1.9) |
| Fruits | 2.5 (0.8,4.9) | 3.0 (1.1,5.6) | 6.0 (3.1,10.6) | 3.0 (1.3,5.2) | 3.1 (1.3,5.1) |
| Corn tortilla | 48.2 (37.6,59.3) | 12.8 (7.5,22.3) | 16.6 (8.3,26.2) | 10.0 (4.8,17.0) | 11.8 (6.5,19.6) |
| Cereals (except corn) | 4.4 (1.5,8.4) | 7.6 (3.3,13.1) | 10.5 (5.2,16.7) | 12.3 (6.6,18.3) | 7.8 (4.3,13.1) |
| Ready-to-eat cereal (low fiber) | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,2.7) | 0.0 (0.0,1.5) | 1.2 (0.0,3.4) | 1.3 (0.0,4.3) |
| Sweet beverage | 4.2 (1.3,8.2) | 4.4 (1.6,9.2) | 7.1 (3.0,14.6) | 4.7 (1.3,8.6) | 4.3 (1.4,9.1) |
| Soft drinks | 1.1 (0.0,2.9) | 2.2 (0.5,4.8) | 1.8 (0.0,4.1) | 3.0 (1.3,6.3) | 2.3 (0.8,4.2) |
| Corn dishes with fat | 0.0 (0.0,8.7) | 6.3 (0.0,16.3) | 0.0 (0.0,7.4) | 1.8 (0.0,6.8) | 1.5 (0.0,5.5) |
| Legumes | 3.1 (1.0,7.2) | 1.3 (0.4,3.1) | 1.5 (0.6,3.3) | 1.2 (0.4,2.7) | 1.1 (0.2,3.1) |
| Meat and poultry | 1.1 (0.0,2.2) | 2.1 (0.9,4.0) | 4.6 (2.3,7.6) | 2.2 (1.1,4.3) | 2.0 (0.9,3.6) |
| Sausage | 0.0 (0.0,0.6) | 0.2 (0.0,1.6) | 0.0 (0.0,1.7) | 2.3 (0.6,4.7) | 0.3 (0.0,1.7) |
| Eggs | 2.5 (1.0,5.2) | 2.5 (0.9,4.2) | 2.5 (0.9,4.3) | 2.4 (0.8,4.2) | 1.7 (0.4,3.4) |
| Whole milk | 0.0 (0.0,4.4) | 0.0 (0.0,2.8) | 3.7 (0.0,9.0) | 4.4 (0.0,10.3) | 17.8 (12.1,23.6) |
| Low fat milk | 0.0 (0.0,0.0) | 2.9 (0.0,12.7) | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.0) |
| Dairy | 0.0 (0.0,2.4) | 3.2 (0.8,7.1) | 3.4 (0.7,8.3) | 2.5 (0.0,5.1) | 2.2 (0.0,5.4) |
| Fish and seafood | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.2) | 0.0 (0.0,0.5) | 0.0 (0.0,0.5) | 0.0 (0.0,0.2) |
| Oil and fat | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.8) | 0.0 (0.0,0.9) | 1.4 (0.1,2.9) | 0.0 (0.0,0.9) |
| Cakes | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.0) | 3.1 (0.0,7.9) | 0.0 (0.0,0.0) |
| Dishes with fat | 0.0 (0.0,0.0) | 0.0 (0.0,0.9) | 0.0 (0.0,1.2) | 1.0 (0.0,3.4) | 0.0 (0.0,1.0) |
| Sweet cereals | 1.1 (0.0,5.0) | 8.7 (2.6,16.6) | 1.7 (0.0,6.4) | 3.9 (0.0,7.8) | 3.2 (0.0,7.9) |
| Salty snacks | 0.0 (0.0,2.2) | 1.5 (0.0,4.6) | 0.0 (0.0,3.6) | 3.5 (0.0,6.2) | 1.6 (0.0,4.9) |
| Sweets | 2.2 (0.0,5.3) | 6.5 (2.7,10.9) | 4.8 (2.0,8.3) | 6.3 (3.4,10.9) | 10.7 (6.0,17.4) |

*Median (p25, p75) † The food groups ready-to-eat-cereal (high fiber), Milk with added sugar and Beverages no energy (<20 kcal), did not contribute to energy intake. R= Rural pattern; SCC= Sweet cereal and corn dishes; D=Diverse; W=Western; WMS= Whole milk and sweet.

TABLE 4
Energy, macronutrients and other diet elements intake by dietary pattern in school-age children.

| Variables | R Dietary Pattern* (n=2190) | SCC Dietary Pattern* (n= 1630) | D Dietary Pattern* (n=1463) | W Dietary Pattern* (n=1258) | WMS Dietary Pattern* (n=1711) |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Energy, kcal | 1297 (907, 1698) | 1609 † (1199 , 2085) | 1291 ‡ (988, 1720) | 1601 † (1265, 2059) | 1626 †,‡ (1233, 2012) |
| Carbohydrates, g | 230.6 (161.2, 305.4) | 243.2 (176.7 , 311.3) | 207.9 †, ‡ (151.6, 269.2) | 232.7 † (179.5, 296.3) | 243.6 † (186.4 , 312.7) |
| Proteins, g | 34.6 (25.2 , 46.5) | 45.4 † (35.0, 59.3) | 39.7 †,‡ (29.7, 51.3) | 44.9 †,‡ (34.0 , 57.2) | 48.4 †,‡ (34.7 , 59.1) |
| Fat, g | 28.9 (19.2 , 42.5) | 53.1 † (37.6 , 70.9) | 37.5 †,‡ (26.2 , 52.8) | 56.5 †,‡ (42.5 , 73.2) | 51.1 †,‡,** (37.3 , 66.2) |
| Fiber, g | 18.2 (12.7 , 23.9) | 13.9 † (9.9 , 18.2) | 14.3 † (10.7, 18.9) | 12.9 †,‡ (9.6, 17.2) | 12.5 †,‡ (9.4 , 16.4) |
| Saturated Fat, g | 6.8 (3.9, 11.2) | 14.2 † (9.2 , 21.6) | 11.2 †,‡ (7.1 , 16.4) | 15.6 †,‡ (10.9 , 21.4) | 15.1 †,‡ (8.6 , 25.9) |
| Cholesterol, g | 109.1 (51.7 , 193.3) | 181.8 † (114.0, 284.8) | 137.6 †,‡ (90.9 , 216.1) | 179.9 †,‡ (111.1, 265.0) | 137.9 †,‡,** (81.2 , 205.8) |

* Median, (p25, p75) Adjusted by Bonferroni test. † Statically significance difference with R dietary pattern (p<0.01). ‡ Statically significance difference with SCC dietary pattern (p<0.01). † Statically significance difference with D dietary pattern (p<0.01).

** Statically significance difference with W dietary pattern (p<0.01).

R= Rural pattern; SCC= Sweet cereal and corn dishes; D=Diverse W=Western; WMS= Whole milk and sweet.

TABLE 5
Association between dietary patterns and overweight and obesity in Mexican school-age children*

| Dietary Patterns | Without adjustment | | Adjustment by age | | Adjusted by age and area | |
|------------------------------|--------------------|-----------|-------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| R Dietary Pattern (n=2190) | Reference | | Reference | | Reference | |
| | Prevalence | | Prevalence | | Prevalence | |
| | Ratio‡ | CI 95% † | Ratio‡ | CI 95% † | Ratio‡ | CI 95% † |
| SCC Dietary Pattern (n=1630) | 1.34† | 1.16-2.06 | 1.43† | 1.30-2.27 | 1.29† | 1.09-1.94 |
| D Dietary Pattern (n=1463) | 1.28† | 1.06-1.92 | 1.34† | 1.13-2.05 | 1.21 | 0.97-1.76 |
| W Dietary Pattern (n=1258) | 1.45† | 1.33-2.47 | 1.53† | 1.49-2.72 | 1.35† | 1.17-2.19 |
| WMS Dietary Pattern (n=1711) | 1.23 | 0.99-1.80 | 1.35† | 1.14-2.04 | 1.17 | 0.91-1.67 |

* n=8252 observations that represented a 15 494 558 school-age boys and girls.

† P <0.05

‡ Calculation of prevalence ratios from the odds ratio derived from the logistic regression models.

† Confidence intervals 95%.

R= Rural pattern; SCC= Sweet cereal and corn dishes; D=Diverse; W=Western; WMS= Whole milk and sweet.

Children with R dietary pattern had the highest dietary fiber intake, the lowest cholesterol and fat consumption, and the lowest prevalence of overweight and obesity (19.8%). However, no dietary pattern could be

labeled as healthy, since the energy contribution of fruits and vegetables was low in all patterns. Also, fiber intake was lower (between 11.5 and 18.9 g) than 25 to 31 g that is recommended for this age group (34). In

addition, all patterns exhibited an important contribution to the energy intake from corn tortillas (3 patterns as their greatest contribution of energy and the other 2 patterns as the second greatest contributions), sweet cereals and beverages and sweets.

The dietary patterns defined in this study were similar to those described in previous studies in children and adolescents. For instance, SCC and WMS dietary patterns, which included sugar-rich foods, is similar to the "Snack" pattern (characterized by higher consumption of bakery products like buns, cakes and biscuits) identified in Spanish children by Aranceta and others (35). Ritchie and others (36) in their study examined black and white girls recruited at 9-10 y of age from the United States, and found dietary patterns characterized by high consumption of sweetened drinks, sweets, and fried food. Those patterns were similar to the ones identified in our study.

Similar to the present analysis, other studies have found dietary patterns with high intake of corn snacks, cakes, sweet cereals, and sweetened beverages associated with being overweight and obese children. A study in school children in Colombia found that a snacking dietary pattern was associated with overweight and obesity (37). A study conducted in French children reported that physical inactivity and a dietary pattern characterized by high intake of fried snacks was associated with a high prevalence of overweight and obesity (19). Other studies carried out in school-age children found that those patterns characterized by energy dense foods, which are low in fiber and high in fats, were associated with larger amounts of fat mass and adiposity (18, 38).

There are some limitations to this study that should be considered when interpreting the results. Because of the cross-sectional and observational nature of the study, causality between overweight and obesity and dietary patterns cannot be determined. Also, pattern analysis is an empiric technique, so cluster selection is subjective. Nevertheless, this is a technique broadly used by other researchers as a valuable tool for the analysis of the relation between diet and disease (16,17). We did not obtain information on physical activity, so we do not know how inclusion of physical activity would have changed the results.

Despite excluding subjects without anthropometric data (5% of the sample), we found no statistically significant differences in characteristics like sex, age, and

area between subjects included and those not included in the analysis, so we do not believe that this is a potential source of bias. Although 24-hour food recalls and diet records are preferred for this type of study, because of repeated measures (39), the questionnaire employed in ENSANUT-2006 provided information on different portion sizes, specific for the age group under study, which were used to quantify gram weight of individual food items. In addition, by recording the frequency of consumption we are able to know variations between meal times, so we have more accurate information on the habitual diet of a study population (40). Moreover, the FFQ has an acceptable validity and reproducibility to identify dietary patterns (41).

Despite these limitations, this study makes a significant contribution to the literature in understanding how dietary patterns are associated with overweight and obesity in representative population of school age children in Mexico. Since relatively few studies have examined that association in school-age children (18,19,37,38), the results from this study are relevant for public health practitioners seeking to understand how to prevent and reduce overweight and obesity among school-age children.

In conclusion, we found that dietary patterns characterized by sugar-rich food and sweetened beverages significantly increased the risk of overweight or obesity, compared with a pattern characterized by high intakes of legumes and corn tortilla in a representative sample of school-age children. Future research should investigate the factors leading to the choice of specific dietary patterns and their relation with overall health or non-communicable chronic diseases. Furthermore, the development of culturally specific dietary interventions should be promoted to address the rapid increase of overweight and obesity in Mexican school-age children.

We would like to acknowledge the collaboration of Lisa Goldman Rosas and Eva C. Monterrosa Bazzaglia for their remarks.

REFERENCES

1. Institute of Medicine of the National Academies. Obesity prevalence and associated factors in people of Mexican origin. In: Joint U.S.-Mexico Workshop on preventing obesity in children and youth of Mexican origin. Washington, D.C. 2007:3.

2. World Health Organization (WHO) Food and Agriculture Organization (FAO), Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Report no.916,. 2003, World Health Organization,: Genève, Switzerland.
3. Bundy D. and other. School-based Health and Nutrition Programs. In: Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition. Jamison DT, Breman JG, Measham AR, et al., editors. Washington (DC): World Bank; 2006. p. 1094.
4. Rivera J, Cuevas L, Shamah T, Villalpando S, Ávila MA, Jiménez A. Estado nutricional. En: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006. pp.85-103.
5. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS: Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1999, 69(2):308-317.
6. Morrison JA, Sprecher DL, Barton BA, Waclawiw MA, Daniels SR: Overweight, fat patterning, and cardiovascular disease risk factors in black and white girls: The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study.. *J of Pediatrics* 1999, 135(4):458-464.
7. French SA, Story M, Perry CL: Self-esteem and obesity in children and adolescents: a literature review. *Obesity Research* 1995;3(5):479-490.
8. Puhl RM, Latner JD: Stigma, obesity, and the health of the nation's children. *Psychological bulletin* 2007, 133(4):557-580.
9. Williamson D. Cuestiones de interés para la vigilancia de la obesidad en salud pública: prevalencia, incidencia y tendencias seculares. En: La obesidad en la pobreza. Un nuevo reto para la salud pública. Washington, D.C. OPS. Publicación Científica 576, 2000. pp. 95.
10. Ludwig DS, Peterson KE, Gortmaker SL: Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet* 2001; 357:505-508.
11. Foster G, Sherman S, Borradaile K, Grundy K, Vander S, Nachmani J, Karpyn A, Kumanyika S, Shults J. A Policy-Based School Intervention to Prevent Overweight and Obesity. *Pediatrics* 2008;121(4):e794-e802.
12. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for School Health Programs to Promote Lifelong Healthy Eating. June 14, 1996 / Vol. 45 / No. RR-9. (Citado el 10 de Octubre del 2008). "<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00042446.htm>"
13. Pérez R, Aranceta J. Nutrition education in schools: experiences and challenges. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57, Suppl 1:S82-S85.
14. Johnson-Taylor WL. and Everhart JE. Modifiable Environmental and Behavioral Determinants of Overweight among Children and Adolescents: Report of a Workshop. *Obesity Research* 2006;14:929-966; doi: 10.1038/oby.2006.109.
15. Luepker RV, Perry CL, McKinlay SM, et al. Outcomes of a field trial to improve children's dietary patterns and physical activity: The Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health: CATCH collaborative group. *JAMA*,1996; 275: 768-776.
16. Jacques PF and Tucker KL. Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *Am J Clin Nutr* 2001; 73 (1): 1-2.
17. Hu, FB. "Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology". *Curr Opin Lipidol* 2002;13(1): 3-9
18. Johnson L, Mander A, Jones L, Emmett P, Jebb S. Energy-dense, low-fiber, high-fat dietary pattern is associated with increased fatness in childhood. *Am J Clin Nutr* 2008;87(4):846-54.
19. Lioret S, Touvier M, Lafay L, Volatier J, Maire B. Dietary and Physical Activity Patterns in French Children Are Related to Overweight and Socioeconomic Status. *J Nutr* 2008;138(1):101-107.
20. Olaiz Gustavo, Rivera Juan, Shamah Teresa, Rojas Rosalba, Villalpando Salvador, Hernández Mauricio y Sepúlveda Jaime. Metodología. En: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, 2006: 19-34.
21. Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud Publica Mex.* 1998; 40(2):133-40.
22. Ramírez CI, Mundo V, Rodríguez SC, Vizuet NI, Hernández N, Jiménez A. Encuestas dietéticas: Recordatorio de 24 horas y Frecuencia de consumo de alimentos. En: Manual de procedimientos para proyectos de nutrición. Editores: Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco J. Primera edición. Instituto Nacional de Salud Pública Cuernavaca, México. Diciembre 2006.
23. Safdie M, Barquera S, Porcayo M, Rodríguez S, Ramírez C, Rivera J, Figueroa N, González D, Monterrubio E. Bases de datos del valor nutritivo de los alimentos. Compilación del Instituto Nacional de Salud Pública. México, 2004.
24. Rodríguez S, Mundo V, Jiménez A, Shamah T. Metodología del análisis de la información dietética de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. *Salud Publica Mex* 2009; 51 (4):523-529.

25. Hair J F, Anderson R E, Tatham R L, Black W C. *Multivariate Data Analysis with Reading*. 3rd, Macmillan Publishing, New York, USA, 1992:544.
26. Lin H, Bermudez OI and Tucker KL. Dietary Patterns of Hispanic Elders Are Associated with Acculturation and Obesity. *J. Nutr.* 2003;133: 3651–3657.
27. Duffey KJ and Popkin BM. Adults with Healthier Dietary Patterns Have Healthier Beverage Patterns. *J. Nutr.* 2006;136: 2901–2907.
28. Barquera S, Rivera-Dommarco J, Campos I, Espinoza J, Monterrubio E. Consumo de fibra y sobrepeso en mujeres mexicanas en edad adulta. *Nutrición Clínica* 2002;5:206-12.
29. Habitch, JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno (Standardization of anthropometric methods in the field). *PAHO Bull* 1974;76:375-384.
30. Cole T, Bellizzi M. Establishing a Standard definition for child overweight and obesity Worldwide: International Survey. *BMJ* 2000;320:1-6.
31. Barquera S, Rivera S, Safdie M, Flores M, Campos I, Campirano F. Energy and nutrient intake in preschool and school age Mexican children: National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica Mex* 2003;45(4):S540-S550.
32. Hernández B, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy T, Monterrubio EA, Ramírez-Silva CI, García-Feregrino R, Rivera JA, Sepúlveda-Amor J. Factors associated with overweight and obesity in Mexican school-age children: Results from the National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica Mex* 2003;45 suppl 4:S551-S557
33. Schiaffino A, Rodríguez M, Pasarín M.J, Regidor E, Borrell C, Fernández E. ¿Odds ratio o razón de proporciones? Su utilización en estudios transversales. *Gac Sanit* 2003;17(1):70-4.
34. Institute of Medicine. Dietary, functional, and total fiber, in: *Dietary reference intakes*. The National Academies Press. Washington DC. 2005; 339-421.
35. Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L. Sociodemographic and lifestyle determinants of food patterns in Spanish children and adolescents: the enKid Study. *Eur J Clin Nutr* 2003;57 Suppl 1:S40–4.
36. Ritchie LD, Spector P, Stevens MJ, Schmidt MM, Schreiber GB, Striegel-Moore RH, Wang MC, Crawford PB. Dietary patterns in adolescence are related to adiposity in young adulthood in black and white females. *J Nutr* 2007;137(2):399–406.
37. McDonald CM, Baylin A, Arsenault JH, Mora-Plazas M, Villamor E. Overweight Is More Prevalent Than Stunting and Is Associated with Socioeconomic Status, Maternal Obesity, and a Snacking Dietary Pattern in School Children from Bogotá, Colombia. *J Nutr* 2009;139(2): 370–376.
38. Lera-Marqués L, Olivares-Cortés S, Leyton-Dinamarca B, Bustos-Zapata N. Patrones alimentarios y su relación con sobrepeso y obesidad en niñas chilenas de nivel socioeconómico medio alto. *Arch Latinoam Nutr* 2006;56(2):165-170.
39. Commonwealth Department of Health and Ageing Australia, New Zealand Ministry of Health, National Health and Medical Research Council. *Nutrient reference values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes*. Canberra: Commonwealth of Australia; 2006.
40. Noethlings U, Hoffmann K, Bergmann MM, Boeing H. Portion size adds limited information on variance in food intake of participants in the EPIC-Potsdam study. *J Nutr* 2003;133(2):510–5.
41. Hu FB, Rimm E, Smith-Warner SA, Fescanich D, Stampfer MJ, Ascherio A, et al. Reproducibility and validity of dietary patterns assessed with a food-frequency questionnaire. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(2):243-9.

Recibido: 12-04-2011

Aceptado: 26-07-2011

Fatores associados à adiposidade em adolescentes do sexo feminino eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal: elaboração de um modelo de risco

Poliana Ribeiro Vieira, Eliane de Faria, Franciane de Faria, Naiara Sperandio, Cristiana Araújo, Roberta Stofeles, Daniela Alves, Sylvia do Carmo Castro, Josefina Bressan, Silvia Eloiza.

Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, Brasil

RESUMO. O objetivo deste estudo foi avaliar os fatores associados com adiposidade em adolescentes eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal. Foram avaliadas 118 adolescentes do sexo feminino, de 14-19 anos, estudantes de escolas públicas do município de Viçosa (Minas Gerais)/Brasil, que já haviam apresentado menarca. As adolescentes foram divididas em 2 grupos: G1 com elevado percentual de gordura corporal e G2 com adequado percentual de gordura corporal. Avaliou-se variáveis antropométricas e de composição corporal, de estilo de vida e história familiar de doenças crônicas não transmissíveis. Em subamostra determinou-se o gasto energético basal por calorimetria indireta. As adolescentes do G1 apresentaram maiores valores da maioria das variáveis antropométricas e de composição corporal ($p < 0,001$). Não se observou diferença ($p > 0,05$) do metabolismo basal e metabolismo de massa magra, hábito de fumar, consumo energético total, de proteínas e de lipídeos entre os grupos. Ao comparar o nível de atividade física, verificou-se que adolescentes do G1 gastaram mais tempo com atividades sedentárias de nível 1 e as do G2 apresentaram maior gasto calórico total com atividades diárias ($p < 0,001$). De acordo com os fatores de risco analisados, as variáveis relacionadas ao estilo de vida, com destaque para uso de adoçantes ($OR = 13,47$), foram as que mais contribuíram para o excesso de adiposidade nas adolescentes eutróficas. A análise detalhada da composição corporal assim como dos fatores de risco envolvidos com excesso de adiposidade, possibilita diagnóstico precoce e elaboração de medidas de intervenção mais adequadas.

Palavras chaves: adolescência; composição corporal; adiposidade; modelo de risco; percentual de gordura corporal.

SUMMARY. **Factors associated with adiposity in normal weight female adolescents with adequate and high percent body fat: elaborating a risk model.** This study was carried out to evaluate the factors associated with adiposity in normal weight adolescents presenting appropriate or high percent body fat, who attended the public schools in Viçosa county- Minas Gerais/Brazil. A total of 118 female adolescents at age range from 14 to 19 years and have already presented the menarche were evaluated. The adolescents were divided into 2 groups: G1 with high percent body fat and G2 with appropriate percent body fat. The following variables were evaluated: anthropometric, body composition, lifestyle and the family history of non-communicable chronic diseases. In subsample, the basal energy consumption was determined by indirect calorimetry. The G1-grouped adolescents showed higher values for most anthropometric and body composition variables ($p < 0.001$). No differences were observed ($p > 0.05$) for basal metabolism and metabolism of lean body mass, smoking habit, total energy consumption and protein and lipid as well between groups. When comparing the physical activity level, the G1 adolescents spent more time with 1-level sedentary activities whereas the G2 ones showed higher total caloric consumption with daily activities ($p < 0.001$). According to risk factors under analysis, the variables related to lifestyle, as distinguishing the use of sweeteners ($OR = 13.47$), provided higher contribution to excessive adiposity in the normal weight adolescents. The detailed analysis of the body composition as well as the risk factors associated with excessive body fat makes possible the early diagnosis and the development of more appropriate intervention means.

Key words: adolescence; body composition, adiposity, risk model, body fat percentage.

INTRODUÇÃO

A adolescência caracteriza-se por ser uma fase de intensas transformações, que marca a transição entre a

infância e a vida adulta, é cronologicamente definida como o período que vai dos 10 aos 19 anos. Eventos importantes como estirão do crescimento e a maturação sexual destacam-se neste momento (1).

A classificação do estado nutricional do adolescente é complexa vista as alterações que ocorrem durante este estágio da vida. Sendo assim, diferentes indicadores, como antropometria, exame clínico, bioquímico e avaliação da composição corporal devem ser utilizados para se obter diagnóstico mais preciso (2,3).

Alguns fatores estão associados ao excesso de adiposidade na adolescência, como hábitos alimentares inadequados, sedentarismo e consumo excessivo de bebidas alcoólicas. A menarca em adolescentes com idade inferior a 12 anos também está relacionada com maior quantidade de tecido adiposo, aumento da pressão arterial, dos lipídeos sanguíneos, insulina e glicose (4,2).

A obesidade na adolescência vem aumentando durante os últimos anos e tem sido associada ao aparecimento precoce de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão arterial, dentre outras. Nos 34 anos decorridos de 1974-1975 a 2008-2009 no Brasil, a prevalência de excesso de peso aumentou em seis vezes nos adolescentes do sexo masculino (de 3,7 para 21,7%) e em quase três vezes no sexo feminino (de 7,6 para 19,4%) (5).

A deposição excessiva de tecido adiposo principalmente na região abdominal agrava essa situação. Por isso deve-se prestar atenção ao adolescente que apresenta Índice de Massa Corporal (IMC) adequado, uma vez que este pode apresentar percentual de gordura elevado e também vir a apresentar riscos de morbimortalidade semelhantes aos com IMC elevado. Logo, torna-se evidente a importância de se avaliar a composição corporal nesta fase para prevenção das doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta (2, 4).

Este artigo objetivou avaliar os fatores associados com adiposidade em adolescentes eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo transversal, com 118 adolescentes do sexo feminino, de 14 a 19 anos, do município de Viçosa (MG), tendo como critérios de inclusão: ser estudante da rede pública de ensino, eutrófica com adequado ou elevado percentual de gordura corporal, com menarca há pelo menos um ano, sem uso de medicamentos, não portadora de enfermidade crônica e não ter engravidado ou estar grávida.

Com o intuito de obter um grupo mais homogêneo, escolheu-se estudar adolescentes do sexo feminino um

ano pós-menarca, pois, espera-se que elas se encontrem em fase semelhante de desenvolvimento puberal.

As participantes foram agrupadas em grupos diferentes: grupo 1 (G1): eutróficas pelo IMC para idade e sexo (IMC/I) (6), porém, com sobrepeso segundo a classificação da percentual de gordura corporal ($\geq 30\%$) (7) e grupo 2 (G2): eutróficas pelo IMC/I (6) com percentual de gordura corporal normal ($> 20\%$ e $< 25\%$) (7).

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o software Epi Info 6.04, para estudos transversais, considerando-se a população do município de 4.507 indivíduos na faixa etária e sexo, do estudo (8), prevalência de excesso de gordura corporal estimada em 25% (9), com variabilidade de 10% e 95% de nível de confiança, resultando tamanho amostral mínimo de 55 indivíduos. Entretanto, chegou-se a 59 em cada grupo, totalizando amostra de 118 adolescentes.

Para a seleção amostral foram escolhidas ao acaso quatro escolas públicas localizadas na região urbana do município. Realizou-se triagem com aferição de peso, estatura e percentual de gordura corporal em 560 adolescentes. Dessas, todas que atenderam aos critérios de inclusão participaram da seleção por meio de sorteio.

As adolescentes sorteadas de ambos os grupos foram submetidas à avaliação antropométrica, registro de atividades físicas e aplicação do inquérito sobre fatores de risco para o excesso de gordura corporal. Sorteou-se uma subamostra ($n=24$), correspondente a 20% de cada grupo, para estimativa do metabolismo basal.

Avaliação Antropométrica

O peso foi obtido em balança eletrônica, com capacidade de até 150 kg e subdivisão em 100 g. Para a aferição da estatura foi utilizado antropômetro portátil, com extensão de 2 m e escala de 0,1 cm. O peso e a estatura foram aferidos segundo as técnicas preconizadas por Jelliffe (10).

A avaliação do estado nutricional foi realizada através do IMC para idade e sexo, utilizando-se os pontos de corte e a referência antropométrica preconizados pela World Health Organization (6).

O percentual de gordura corporal foi estimado por bioimpedância elétrica bipolar (Tanita) e por pregas cutâneas bicipital, tricípital, subescapular, suprailíaca, utilizando-se o equipamento Lange Skinfold Caliper®, segundo as técnicas propostas por Cameron (11).

O percentual de gordura corporal, de ambos os mé-

todos, foi analisado segundo a classificação proposta por Lohman (7). Para a adolescente ser incluída no estudo, o percentual de gordura corporal deveria coincidir com a faixa de classificação pelos dois métodos.

Para localização da gordura corporal utilizou-se o somatório das pregas cutâneas bicipital, tricipital (gordura periférica – GP) e subescapular, suprailíaca (gordura central – GC).

Calculou-se a relação entre a gordura central/periférica (GC/GP) e os índices derivados do IMC, índice de massa corporal de gordura (IMCG) e livre de gordura (IMCLG).

A gordura corporal em quilogramas (Gord kg) foi calculada a partir do percentual de gordura obtido pela bioimpedância vertical e do peso da adolescente. A massa magra em quilogramas (MM kg) foi obtida subtraindo-se do peso total a gordura em quilogramas.

As circunferências da cintura (CC) e do quadril (CQ) foram aferidas com fita métrica, com extensão de 2 metros, flexível e inelástica, dividida em centímetros e subdivida em milímetros, tomando-se cuidado para não comprimir as partes moles. A medida da CC foi aferida na menor circunferência e a CQ na maior proeminência da região glútea. Calculou-se a Relação Cintura/Quadril (RCQ) e Relação Cintura/Estatura (RCE).

Avaliação da Atividade física

Para a determinação da atividade física foi realizado o registro de 24 horas, sendo convertido em gasto calórico total com atividades, custo energético por grupo de atividades e tempo de gasto por grupo de atividades (12).

Inquérito sobre os fatores de risco

Avaliou-se o consumo de cigarros e de bebidas alcoólicas (frequência e tipo), hábito alimentar, número e tipo de refeições realizadas e uso de produtos diet/light ou desnatados. Analisou-se a história familiar de doenças crônicas não transmissíveis como obesidade, diabetes, hipertensão e alterações na tireóide.

A composição da dieta foi analisada através de um recordatório de 24 horas. Calculou-se o valor energético total (VET) ingerido, a quantidade de proteína (g), carboidratos (g), lipídios (g). A adequação da contribuição dos macronutrientes em porcentagem do valor energético total foi calculada com base na Faixa de Distribuição Aceitável de Macronutrientes (ADMR) do Institute of Medicine/ Food and Nutrition Board (13).

Estimativa do Metabolismo basal

A determinação do gasto energético basal foi realizada por calorimetria indireta, por meio do monitor metabólico Deltatrac II® (14). O metabolismo basal foi posteriormente corrigido pelo peso corporal e denominado taxa metabólica basal. Foi também corrigido pela gordura em quilogramas (Metabolismo MG) e pela massa magra em quilogramas (Metabolismo MM).

Software's e análise estatística

A análise dos dados foi feita utilizando-se o software Epi Info, versão 6.04 e o Sigma Statistic for Windows versão 3.5. Para cálculo da composição da dieta utilizou-se o software Diet Pro 3.0. Os testes utilizados foram o Teste t de Student ou Mann Whitney, Qui-quadrado ou teste exato de Fischer, dependendo da característica das variáveis. Elaborou-se um modelo de risco a partir das variáveis que apresentaram diferenças significantes entre os grupos, sendo analisadas a Razão de Chances ou Odds Ratio (OR) e seus Intervalos de Confiança. O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi $<0,05$.

Utilizou-se regressão logística simples para avaliar a associação entre o excesso de gordura corporal (variável dependente) e os fatores de risco avaliados neste estudo (variáveis independentes). As associações significantes ($p < 0,20$) na análise bivariada foram utilizadas na regressão logística múltipla. Para análise do ajuste dos modelos, avaliou-se a multicolinearidade entre as variáveis independentes e o poder de predição do modelo.

Considerações éticas

O projeto foi aprovado em 09 de abril de 2003, pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa. Os participantes maiores de 18 anos ou os responsáveis pelos menores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

RESULTADOS

Participaram do estudo 118 adolescentes com idade média de $16,4 \pm 1,4$ anos. A idade média da menarca foi menor no G1 ($12,2 \pm 1,0$ anos) quando comparado com o G2 ($12,8 \pm 1,2$ anos) ($p = 0,003$).

Ao comparar os parâmetros antropométricos e de composição corporal, encontrou-se que as adolescentes

do G1 apresentaram maiores valores de peso, IMC, IMCG, circunferências da cintura e do quadril, relação cintura-quadril e cintura-estatura, gordura subcutânea central e periférica ($p < 0,001$) (Tabela 1).

Já em relação ao metabolismo basal e ao metabolismo basal de massa magra, não se encontrou diferença entre os grupos ($p=0,75$ e $p=0,84$, respectivamente). Entretanto, as medianas do metabolismo basal corrigido pelo peso (Taxa Metabólica Basal – TMB) e o corrigido pela massa de gordura (TMBG) foram maiores no G2 (TMB=30,5 kcal/kg peso/dia e TMBG=131,5 kcal/kg de gordura/dia) quando comparados com o G1 (TMB=26,5 kcal/kg peso/dia e TMBG=83,6 kcal/kg de gordura/dia) ($p < 0,001$).

Não se obteve diferença entre os grupos ($p = 0,69$) quanto ao hábito de fumar, sendo este presente em 3,3% da amostra total. Por outro lado, verificou-se que 31,4% das meninas consumiam bebida alcoólica, sendo que a maioria (62,2%) pertencia ao G1 ($p = 0,07$). As bebidas mais consumidas foram cerveja e vinho, sendo este mais consumido no primeiro grupo ($p = 0,001$).

Do total, 46,6% realizavam cinco refeições diárias e 34,7% substituíam o jantar por lanche, sem diferença entre os grupos ($p > 0,05$). Entretanto, verificou-se que maior número de meninas do G1 (11,9%) omitia o jejum ($p = 0,03$). O consumo de produto diet/light ou desnatado foram mais frequentes no G1 quando comparado com o G2, sendo o adoçante o de maior consumo ($p = 0,006$).

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, não se encontrou diferença ($p > 0,05$) no consumo energético total, de proteínas (em gramas) e de lipídios entre os grupos. Porém, verificou-se que o G1 ingeriu menor quantidade e proporção do VET de carboidratos, bem como maior proporção de proteínas quando comparado com o G2 ($p < 0,05$).

Em relação à distribuição calórica dos macronutrientes, não se encontrou diferença no percentual de inadequação pela AMDR (13) no consumo de carboidratos (<45% ou >65% do VET), de proteínas (<10% ou >35% do VET) e de lipídios (>35% do VET) entre os grupos.

Ao comparar o nível de atividade física, verificou-se que as adolescentes do G1 gastaram mais tempo com atividades sedentárias de nível 1, que, em geral, são caracterizadas por “dormir” ou “estar deitado” totalizando 9 horas por dia, enquanto que as do G2 gastaram 8 horas e 27 minutos por dia com essas

atividades ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Ao agrupar as atividades em sedentárias (ATF1 a 3) e não sedentárias (ATF4 a 9) não se encontrou diferenças entre os grupos ($p > 0,05$). Entretanto, o G2 apresentou média de 40 minutos a mais em atividades não sedentárias realizadas diariamente (Tabela 3).

O gasto calórico com atividades sedentárias (ATF1, ATF2, ATF3) foi maior no G1 comparado com o G2 ($p < 0,05$). Também houve diferença em relação ao gasto calórico total despendido com atividades realizadas diariamente pelas adolescentes, sendo este maior no G2 ($p < 0,001$) (Tabela 4).

Verificou-se que 77,1% apresentavam história familiar de doenças crônicas não transmissíveis, sendo a hipertensão arterial mais frequente no G1 ($p = 0,04$).

De acordo com os fatores de risco analisados neste estudo, encontrou-se que o modelo de risco para o excesso de adiposidade em adolescentes eutróficas, apresenta maior contribuição de variáveis relacionadas ao estilo de vida, com destaque para o uso de adoçantes (Figura 1).

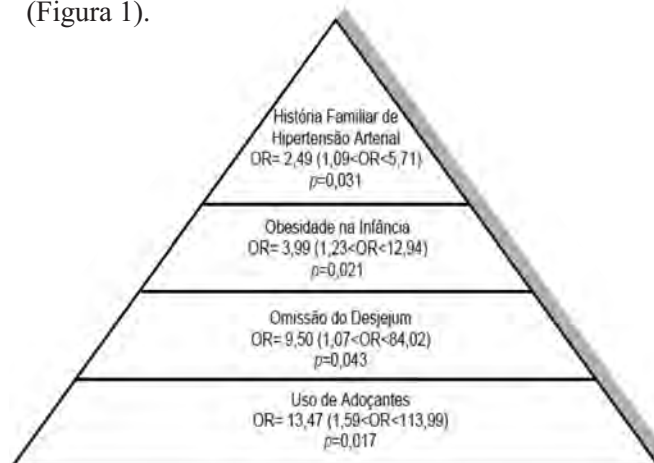


FIGURA 1
Modelo de risco para o excesso de adiposidade em adolescentes eutróficas de 14 a 19 anos. Viçosa, MG/Brasil. (adaptado de 15).

DISCUSSÃO

O IMC é utilizado para classificação do estado nutricional que diferencia indivíduos em baixo peso, eutróficos, sobrepesos ou com obesidade. Porém, a literatura mostra que nem sempre aqueles considerados baixo peso e eutróficos possuem percentual de gordura corporal adequado, o que torna indispensável o uso de mais instrumentos para tal avaliação. Em estudo realizado com adolescentes recém ingressos em universi-

dade pública brasileira, dos 93% considerados eutróficos segundo o IMC, 58,7% apresentaram percentual de gordura acima do esperado, o que reforça a necessidade da avaliação desse parâmetro como forma de identificar possíveis fatores de risco à saúde (9).

As adolescentes do G1 podem ser denominadas como metabolicamente obesas de peso normal uma vez que possuem alto percentual de gordura corporal, podendo se comportar de modo semelhante a indivíduos com excesso de peso. Apesar do presente estudo não ter avaliado parâmetros bioquímicos e clínico, a literatura mostra que o excesso de gordura corporal pode aumentar os riscos de alterações metabólicas como dislipidemias, resistência à insulina, tolerância diminuída à glicose e hipertensão arterial, fatores estes que quando presentes simultaneamente em um indivíduo determinam o diagnóstico da síndrome metabólica (16).

Os maiores valores das medidas antropométricas, assim como a localização central da gordura corporal, encontradas para o G1 confirmam a relação destas com o excesso de adiposidade (Tabela 1). Serrano et al. (3)

também encontraram correlação forte ($r > 0,67$) desta variável com peso, IMC, CC e CQ, além de similaridade de alterações de pressão arterial, HDL e glicemia entre as adolescentes eutróficas com alto percentual de gordura corporal e as com excesso de peso.

A diferença dos valores de IMC encontrada entre os grupos de estudo (Tabela 1) pode ser atribuída à ampla faixa desse índice utilizada para a classificação de eutrofia, que compreende os valores entre os percentis 3 e 85 (6), o que torna uma limitação do estudo, visto que o G1 apresentou maior mediana de IMC e intervalos maiores. Desta forma, sugere-se para a realização de outros estudos, a utilização de uma faixa menor de normalidade, por exemplo, entre o percentil 25-75 para maior homogeneização da amostra.

Uma característica dessa fase de crescimento e desenvolvimento é a maturação sexual, cujo marcador no sexo feminino é a menarca. No grupo de estudo a ocorrência da menarca em idades menores foi evidenciada para as meninas do G1, achado semelhante ao estudo de Terres et al. (17). Isso pode ser explicado pela ne-

TABELA 1
Média, desvio padrão e mediana das variáveis antropométricas e de composição corporal de adolescentes eutróficas de 14 a 19 anos, segundo grupos de estudo. Viçosa, MG/Brasil.

| Parâmetros | Grupos de Estudo | | <i>p</i> |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | |
| | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | |
| Estatura (m) | 1,6 ± 0,1 | 1,6 ± 0,1 | 0,328 ^a |
| Peso (kg) | 56,2 ± 5,4 | 47,7 ± 3,9 | <0,001 ^a |
| Circunferência da cintura (cm) | 70,6 ± 4,3 | 63,0 ± 3,2 | <0,001 ^a |
| Circunferência do quadril (cm) | 95,4 ± 4,0 | 88,2 ± 3,4 | <0,001 ^a |
| Relação cintura-quadril | 0,74 (0,6-0,9) | 0,72 (0,6-0,8) | <0,001 ^b |
| Relação cintura-estatura | 0,45 (0,4-0,5) | 0,39 (0,3-0,4) | <0,001 ^b |
| Massa magra (kg) | 36,9 ± 3,3 | 36,6 ± 3,0 | <0,693 ^a |
| Gordura corporal (kg) | 19,3 ± 3,0 | 19,0 ± 3,2 | <0,549 ^a |
| Gordura Periférica (mm) | 33,0 (22,0-50,0) | 18,0 (13,0-24,0) | <0,001 ^b |
| Gordura Central (mm) | 36,9 ± 6,6 | 19,0 ± 3,2 | <0,001 ^a |
| GC/GP | 1,1 (0,7-1,9) | 1,0 (0,6-1,6) | 0,222 ^b |
| IMC (kg/m ²) | 21,9 (18,9-24,7) | 18,5 (16,7-21,0) | <0,001 ^b |
| IMCG (kg/m ²) | 7,4 (5,9-9,9) | 4,3 (3,4-5,0) | <0,001 ^b |
| IMCLG (kg/m ²) | 14,4 (13,0-16,1) | 14,2 (12,9-16,1) | 0,055 ^b |

aTeste t Student bTeste de Mann-Whitney Grupo 1 = eutróficas com elevado percentual de gordura corporal; Grupo 2 = eutróficas com adequado percentual de gordura corporal; GC/GP = Razão entre a gordura central e a gordura periférica; IMC = Índice de Massa Corporal; IMCG = Índice de Massa Corporal de Gordura; IMCLG = Índice de Massa Corporal Livre de Gordura; DP = Desvio Padrão Min = valor mínimo Máx = valor máximo.

TABELA 2
Média, desvio padrão, mediana das quantidades de macronutrientes (g) e do percentual do valor energético total do recordatório alimentar de adolescentes eutróficas de 14 a 19 anos, segundo grupos de estudo. Viçosa, MG/Brasil.

| Macronutrientes | Grupos de Estudo | | <i>p</i> |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | |
| | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | |
| Carboidratos (g) | 239,9 ± 76,9 | 288,2 ± 93,9 | 0,003 ^a |
| Proteínas (g) | 70,3 ± 22,6 | 66,5 ± 23,4 | 0,364 ^a |
| Lipídios (g) | 67,2 (13,05 – 180,9) | 72,45 (22,7 – 155,9) | 0,655 ^b |
| Carboidratos (%) | 50,6 ± 7,6 | 55,0 ± 7,9 | 0,003 ^a |
| Proteínas (%) | 15,2 (7,1 – 28,2) | 12,3 (7,8 – 23,9) | 0,004 ^b |
| Lipídios (%) | 32,6 (20,7 – 65,7) | 31,7 (15,2 – 49,6) | 0,163 ^b |
| VET | 1918,3 ± 600,8 | 2.067,5 ± 695,7 | 0,215 ^a |

^aTeste t Student ^bTeste de Mann-Whitney; Grupo 1 = eutróficas com elevado percentual de gordura corporal; Grupo 2 = eutróficas com adequado percentual de gordura corporal; VET = Valor Energético Total; DP = Desvio-Padrão; Min = valor mínimo; Máx = valor máximo.

TABELA 3
Média, desvio padrão, mediana do tempo gasto em minutos por dia nos níveis de atividade física pelas adolescentes eutróficas de 14 a 19 anos, segundo grupos de estudo. Viçosa, MG/Brasil.

| Níveis de ATF | Grupos de Estudo | | <i>p</i> |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | |
| | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | |
| ATF1 | 525,0 (345,0-795,0) | 495,0 (255,0-780,0) | 0,049 ^b |
| ATF2 | 532,9 ± 120,8 | 557,5 ± 123,2 | 0,275 ^a |
| ATF3 | 180,0 (0,0-420,0) | 135,0 (30,0-375,0) | 0,077 ^b |
| ATF4 | 75,0 (0,0-285,0) | 90,0 (0,0-450,0) | 0,394 ^b |
| ATF5 | 15,0 (0,0-330,0) | 0,0 (0,0-270,0) | 0,294 ^b |
| ATF6 | 0,0 (180,0-0,0) | 0,0 (285,0-0,0) | 0,528 ^b |
| ATF7 | 0,0 (15,0-0,0) | 0,0 (180,0-0,0) | 0,332 ^b |
| ATF8 | 0,0 (300,0-0,0) | 0,0 (300,0-0,0) | 0,329 ^b |
| ATF9 | 0,0 (0,0-0,0) | 0,0 (0,00-75,00) | 0,634 ^b |
| ATF 1 a 3 | 1275,0 (1440,0-960,0) | 1260,0 (1425,0-720,0) | 0,256 ^b |
| ATF 4 a 9 | 165,0 (480,0-0,0) | 180,0 (720,0-15,0) | 0,273 ^b |

^aTeste t Student ^bTeste de Mann-Whitney; Grupo 1 = eutróficas com elevado percentual de gordura corporal; Grupo 2 = eutróficas com adequado percentual de gordura corporal; ATF = Atividade Física; DP = Desvio-Padrão; Min = valor mínimo; Máx = valor máximo.

cessidade de atingir um peso crítico para iniciar o estirão de crescimento e as modificações inerentes à puberdade, sendo que o peso deve ser constituído por no mínimo 17% de gordura para as meninas atingirem a menarca (18, 19).

Foram verificadas maiores inadequações dietéticas no G1 representadas por omissão do desjejum e o uso

de produtos diet/light, além de maior percentual de inadequação na ingestão de carboidratos e proteínas (Tabela 2). Vale ressaltar que para avaliação dietética foi aplicado apenas um recordatório 24 horas, o que pode limitar os resultados referentes à mesma.

A adoção de práticas que objetivam redução de peso é comum neste grupo, cabendo destacar a restrição da

TABELA 4
Média, desvio padrão, mediana do gasto calórico por níveis de atividade física e gasto calórico total por dia de adolescentes eutróficas de 14 a 19 anos, segundo grupos de estudo. Viçosa, MG/Brasil.

| Níveis de ATF | Grupos de Estudo | | <i>P</i> |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | |
| | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | Média (±DP)/ Mediana (Min-Máx) | |
| ATF1 | 841,2 ± 149,9 | 704,6 ± 129,0 | <0,001 ^a |
| ATF2 | 834,7 (351,3-1336,9) | 773,7 (405,0 -1136,8) | 0,027 ^b |
| ATF3 | 278,5 (0,0-690,4) | 207,9 (34,6-510,8) | 0,005 ^b |
| ATF4 | 123,3 (0,0-561,8) | 122,4 (0,0-707,2) | 0,987 ^b |
| ATF5 | 26,0 (0,0-636,5) | 0,0 (0,0-583,3) | 0,217 ^b |
| ATF6 | 0,0 (0,0-266,3) | 0,0 (0,0-590,5) | 0,553 ^b |
| ATF7 | 0,0 (0,0-20,1) | 0,0 (0,0-388,9) | 0,331 ^b |
| ATF8 | 0,0 (0,0-419,2) | 0,0 (0,0-392,0) | 0,348 ^b |
| ATF9 | 0,0 (0,0 - 0,0) | 0,0 (0,0-120,6) | 0,634 ^b |
| ATF 1 a 3 | 1563,0 ± 90,9 | 1418,9 ± 101,4 | <0,00 ^a |
| ATF 4 a 9 | 253,0 (0,0-946,2) | 236,5 (16,6-1620,2) | 0,867 ^b |
| Total Calórico | 2227,9 (1750,6-2909,9) | 1984,3 (1463,4-3240,4) | <0,001 ^b |

^aTeste t student, ^bTeste de Mann-Whitney; Grupo 1 = eutróficas com elevado percentual de gordura corporal; Grupo 2 = eutróficas com adequado percentual de gordura corporal; ATF = atividade física; DP= Desvio-Padrão; Min = valor mínimo; Máx = valor máximo.

ingestão de carboidratos e o uso de produtos como adoçantes. No entanto, para compensar essa restrição, há aumento na participação de lipídios na dieta, contribuindo assim para alterações na composição corporal, como aumento da adiposidade (20). Comportamento semelhante ocorre com a omissão de refeições, que pode alterar o metabolismo de carboidratos e lipídios e favorecer o aumento de gordura corporal em relação à massa magra (9). Portanto, verifica-se que alterações dietéticas podem, notadamente, influenciar a regulação do peso corporal.

O consumo de bebidas alcoólicas como a cerveja e o vinho também foi maior no G1. De acordo com Ferreira et al. (21) a cerveja parece ser a bebida alcoólica que apresenta maior associação com a gordura corporal central. Essa associação tem origem no fato de que o tipo, a dose e o tempo de consumo das bebidas levam a alteração dos marcadores antropométricos de localização de gordura.

Fatores genéticos e ambientais podem influenciar a resposta da TMB, entre eles: raça; gênero; clima e região; maturação sexual; idade; prática de atividade física e a relação do tamanho corporal (22).

As meninas do G1 gastaram maior tempo com ati-

vidades sedentárias (Tabela 3) e o gasto energético com atividade física foi maior no G2 (Tabela 4). O fato de o G2 ter dispendido mais tempo com atividades de gasto energético moderado e pesado e em média 40 minutos a mais em atividades não sedentárias, pode ter influenciado no aumento da TMB. Além disso, a massa magra, que apesar de ter apresentado valores de medianas semelhantes nos dois grupos, representou percentual diferente em relação ao peso corporal (Tabela 1), contribuindo para a variação da TMB (22, 23).

Vale ressaltar também que na avaliação do risco para saúde desses adolescentes deve-se levar em consideração o histórico familiar para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Este esteve presente na maioria das avaliadas (76,2%) com associação entre a história familiar de hipertensão e adiposidade. Gontijo et al. (24) encontraram grande parte dos adolescentes estudados com algum histórico familiar para DCNT, destacando a hipertensão arterial (70,4%), hipercolesterolemia (57,3%), diabetes (52,3%) e obesidade (49,2%), embora sem associação de nenhum deles com a síndrome metabólica.

O modelo de risco para o excesso de adiposidade construído agrupa os fatores citados anteriormente e

confirma a contribuição de variáveis modificáveis (ambientais) e não modificáveis (genéticas), tendo como base aquelas relacionadas ao estilo de vida (Figura 1).

A identificação desses fatores na adolescência favorece o diagnóstico precoce e o planejamento de orientações específicas para correção de hábitos inadequados. Assim, a educação alimentar e nutricional e a prática de atividade física é essencial para a redução dos riscos de desenvolvimento de alterações metabólicas na adolescência e para manutenção da saúde na vida adulta.

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo reforçam a importância da análise da composição corporal na avaliação do estado nutricional, uma vez que adolescentes eutróficos pelo IMC/idade podem apresentar excesso de adiposidade, sendo metabolicamente semelhantes aqueles com sobrepeso e obesidade.

Os fatores de risco para elevado percentual de gordura corporal encontrados no estudo mostram a influência de fatores genéticos, ambientais e metabólicos como história familiar de hipertensão arterial e obesidade na infância, porém destaca-se que os maiores riscos foram relacionados aos fatores comportamentais, no que se refere a hábitos alimentares inadequados como o uso de adoçantes e omissão do desjejum.

Diante disto, ressalta-se a importância de se avaliar a composição corporal detalhada e não apenas a utilização do IMC para classificação do estado nutricional, bem como conhecer os fatores biológicos, sociais e comportamentais que possam estar associados ao elevado percentual de gordura corporal, possibilitando desta forma a realização do diagnóstico precoce e de intervenções que promovam o desenvolvimento de estilo de vida saudáveis na adolescência.

Financiamento: FAPEMIG

REFERÊNCIAS

- Garcia GCB, Gambardella AMD, Frutuoso MFP. Estado nutricional e consumo alimentar de adolescentes de um centro de juventude da cidade de São Paulo. *Rev Nutr* 2003; 16 (1): 41-50.
- Fernandes RA, Casonatto J, Christofaro DGD, Ronque ERV, OR, Freitas Júnior IF. Riscos para o excesso de peso entre adolescentes de diferentes classes socioeconômicas. *Rev Assoc Med Bras* 2008; 54(4): 334-338.
- Serrano HMS, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. *Arq Bras Cardiol* 2010; 13 (1): 1-9
- Remsberg KE, Demerath EW, Schubert CM, Chumlea WC, Sun SS, Siervogel RM. Early menarche and the development of cardiovascular disease risk factors in adolescent girls: The fels longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 2718-24.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- World Health Organization. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization* 2007; 85: 660-667.
- Lohman TG. Assessing fat distribution. In: *Advances in body composition assessment: current issues in exercise science*. Illinois, Human Kinetics. Champaign 1992: 57-63.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico 2000: Características Gerais da População. Brasil, 2000.
- Vieira PCR, Priore SE, Franceschini SCC, Monteiro JBR. Composição corporal de adolescentes após menarca. *Rev Min Educ Fís* 2002; 10 (1): 237-486.
- Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra, OMS, 1968. (series monografias, 53).
- Cameron N. The measurement of human growth. Australia, Croom-Helm, 1984.
- Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Theriault GAA. Method to assess energy expenditure in children and adults. *Int J Obes* 1983; 37: 461-467.
- Institute of Medicine (IOM), Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids (macronutrients), Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine, 2002.
- Währlich V, Anjos LA. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal em mulheres residentes em Porto Alegre, RS, Brasil. *Rev Saúde Pública* 2001; 35 (1): 39-45.
- Neutzling MB. Fatores de risco para sobrepeso/obesidade em adolescentes escolares de pelotas/RS/Brasil: Um estudo de caso-controle [tese]. São Paulo: UNIFESP – Escola Paulista de Medicina; 2002.
- Faria ER, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant'Ana,

- LFR, Priore SE. Correlação entre variáveis de composição corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93 (2): 119-127.
17. Terres NG, Pinheiro RT, Horta BL, Pinheiro KAT, Horta LL. Prevalência e fatores associados ao sobrepeso e à obesidade em adolescentes. *Rev Saúde Pública* 2006; 40(4): 627-633.
 18. Frish RE, Revelle R. The height and weight of girls and boys at the time of initiation of the adolescents growth spurt in height and weight and the relationship to menarche. *Hum Biol* 1971; 43 (1): 140-159.
 19. Vieira VCR, Priore SE, Ribeiro SMR, Franceschini SCC. Alterações no padrão alimentar de adolescentes com adequação pondero-estatural e elevado percentual de gordura corporal. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2005; 5 (1): 93-102.
 20. Rosado EL, Monteiro JBR. Obesidade e substituição de macronutrientes da dieta. *Rev Nutr* 2001; 14 (2): 145-152.
 21. Ferreira MG, Valente JG, Gonçalves-Silva RMV, Sichiari R. Consumo de bebida alcoólica e adiposidade abdominal em doadores de sangue. *Rev Saúde Pública* 2008; 42 (6): 1067-1073.
 22. Fonseca PHS, Duarte MFS. Equações que estimam a taxa metabólica de repouso em adolescentes: história e validade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2008; 10 (4): 405-411.
 23. Mourão DM, Monteiro JBR, Hermsdorff HHM, Teixeira MCL. Alimentos modificados e suas implicações no metabolismo energético. *Rev Nutr* 2005; 18 (1):19-28.
 24. Gontijo CA, Faria ER, Oliveira RMS, Priore SE. Síndrome Metabólica em Adolescentes Atendidos em Programa de Saúde de Viçosa – MG. *Revista Brasileira de Cardiologia* 2010; 23 (6): 324-333.

Recibido: 23-05-2011

Aceptado: 28-09-2011

La obesidad en niños mexicanos en edad escolar se asocia con el consumo de alimentos fuera del hogar: durante el trayecto de la casa a la escuela

Teresa Shamah-Levy, Lucia Cuevas-Nasu, Ignacio Méndez-Gómez-Humarán, Alejandra Jimenez-Aguilar, Alfonso J. Mendoza-Ramírez, Salvador Villalpando.,

Centro de Investigaciones en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México. Centro de Investigación en Matemáticas, A. C., Mexico.

RESUMEN. El objetivo: de este estudio es evaluar la asociación entre el consumo de alimentos fuera del hogar: durante el trayecto de la casa a la escuela, en la escuela y de regreso, con el sobrepeso y la obesidad en una muestra nacional representativa de escolares mexicanos. Se evaluó el consumo de alimentos fuera de casa, en 9537 niños y niñas en edad escolar, obteniendo información de disponibilidad y consumo de grupos de alimentos y bebidas seleccionados. Asimismo se midieron peso, talla, consumo de energía total y variables sociodemográficas. Se construyeron modelos de regresión logística y se probaron interacciones con variables sociodemográficas. Los hallazgos principales muestran que la prevalencia de sobrepeso y obesidad se asoció positivamente con el consumo de productos lácteos en niñas (RM:1.70; $p=0.01$), así como con el consumo de frituras en escolares residentes de la Cd. de México (RM: 1.68; $p=0.06$). El consumo de frutas y verduras en los niveles socioeconómicos medio y alto se asoció negativamente con la prevalencia de sobrepeso y obesidad (RM: 0.54; $p=0.01$ y 0.59; $p=0.07$ respectivamente).

Se concluye que los niños durante su estancia fuera del hogar: durante el trayecto de la casa a la escuela y de regreso, tienen una alta disponibilidad de alimentos densos en energía, lo que puede condicionar su consumo y contribuir a la aparición de sobrepeso y obesidad, por lo que resulta importante investigar esta asociación en estudios prospectivos.

Palabra clave: Sobrepeso, obesidad, niño, consumo de alimentos, encuesta, México.

SUMMARY. Obesity in Mexican school age children is associated with out of-home food consumption: in the journey from home to school. The objective of our study was to evaluate the association between consumption of food during the journey from home to school and back, with overweight and obesity, in a nationwide representative sample of school children. We assessed consumption outside the home in 9537 children, with information on availability and consumption of selected groups of food and beverages. Height, weight, total energy consumption, and sociodemographic variables were also obtained. We developed logistic regression models, and tested interactions with sociodemographic variables. The results of our study show that the prevalence of overweight and obesity was positively associated with dairy consumption in girls (OR:1.70; $p=0.01$), as well as fried snacks consumption in school children living in Mexico City (OR:1.68; $p=0.06$). Consumption of fruits and vegetables in medium and high socioeconomic levels was negatively associated with the prevalence of overweight and obesity (OR:0.54; $p=0.01$ and 0.59; $p=0.07$, respectively).

We concluded that children during their stay away from home have a high availability of energy dense foods, which can influence their consumption and contribute to the development of overweight and obesity, so it is important to investigate this association in prospective studies

Key words: Overweight, obesity, child, food intake, survey, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la prevalencia de obesidad en escolares ha aumentado de manera alarmante a nivel mundial. En 2006, aumentó a 26.0% en niños mexicanos de cinco a once años, en comparación con el 18.0% observado en el año 1999(1). Tal tendencia continúa en aumento según la Encuesta Nacional de Salud en Escolares de Escuelas Públicas, 2008 la cual mostró una prevalencia de 31.2% (2) colocando a Mé-

xico en 2010 en el primer lugar en sobrepeso infantil según el reporte reciente de la OCDE(3).

Por ello, varios estudios han enfocado sus esfuerzos a identificar factores críticos asociados al rápido crecimiento de la prevalencia de sobrepeso en escolares, a fin de diseñar estrategias para reducir su aceleración. Se ha documentado que, entre otros factores, los niños consumen una cantidad de energía superior a sus necesidades básicas; exceso que proviene especialmente del consumo de alimentos procesados industrialmente en

sustitución de los alimentos naturales (4). Este estilo de alimentación es estimulado por la oferta masiva a través de la publicidad televisiva de bocadillos, bebidas azucaradas y comidas rápidas (5), lo cual caracteriza las preferencias alimentarias actuales de los niños mexicanos. En California EUA, un análisis detallado de la despensa familiar, encontró que al aumentar la inseguridad alimentaria en los hogares, disminuyó la provisión de alimentos saludables como frutas, verduras y yogur, pero no la de productos menos nutritivos y más costosos, patrón que podría también caracterizar a las familias mexicanas (6).

Otro aspecto a considerar, es que los niños ingieren una importante cantidad de alimentos sin supervisión familiar, principalmente fuera del hogar, lo cual puede facilitar el consumo de alimentos densamente energéticos y desprovistos de micronutrientes, guiados por el sabor, el color o diseños atractivos, que pueden favorecer el incremento inadecuado del peso corporal.

El objetivo de este estudio es evaluar la asociación entre el consumo de alimentos fuera del hogar: durante el trayecto de la casa a la escuela, en la escuela y de regreso, con el sobrepeso y la obesidad en una muestra nacional representativa de escolares mexicanos. Los resultados de este estudio podrán contribuir a diseñar estrategias para la prevención y control de la obesidad en niños escolares en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de este estudio provienen de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2006 (ENSA-NUT2006), la cual es una encuesta probabilística, estratificada y por conglomerados, con representatividad nacional, regional y estatal. Su diseño permite obtener información relacionada al estado de salud y nutrición de todos los grupos de edad de la población mexicana.

La ENSANUT2006 incluyó una muestra total de 48,600 hogares. Los detalles del muestreo ya fueron documentados previamente (7). Este análisis incluye únicamente a la población escolar (5 a 11 años de edad) de la encuesta y contempló únicamente aquellas variables indicativas del consumo de alimentos fuera del hogar, específicamente del trayecto de la casa a la escuela, durante la estancia en la escuela y de regreso, obtenidas en una submuestra seleccionada aleatoriamente que incluye el 30% de la población total de escolares. También se incluyeron datos antropométricos

e información socioeconómica y demográfica de las familias de los niños seleccionados. Con base en tal información se construyeron las variables para el análisis, que se describen a continuación:

Consumo fuera del hogar. Para fines de simplificación en este artículo, el término de “Consumo fuera del hogar” se utiliza para referirse específicamente al consumo durante el trayecto de la casa a la escuela, durante su estancia en la escuela y de regreso. Para su estimación, se utilizó un cuestionario diseñado con base en los alimentos consumidos con mayor frecuencia por los niños considerados en el estudio. El instrumento permite medir la disponibilidad y el consumo de los grupos de alimentos y bebidas seleccionados. Primero, se indagó sobre la disponibilidad de ciertos grupos de alimentos y bebidas, preguntando al niño si normalmente le llevan, compran, regalan o él mismo compra algún alimento o bebida; posteriormente, se preguntó si dichos alimentos disponibles los consume normalmente en los respectivos trayectos. Las opciones de respuesta para la disponibilidad y para el consumo fueron Sí o No. Para su operacionalización, el consumo por grupo de alimentos se clasificó según el número de veces que el niño declaró su consumo fuera del hogar, por lo que para cada grupo de alimentos se creó una variable ordinal con valores de 0 a 4.

El listado de alimentos y bebidas fue catalogado en nueve tipos de alimentos: a) antojitos, que incluyó alimentos donde la base de su preparación son grasas, proteínas y cereales (tortas, sándwiches, hot dogs, hamburguesas, tamales, tacos, enchiladas, arroz, sopas pre-ensadas y pan); b) frutas y verduras; c) bebidas azucaradas sin leche (jugos, atole de agua, agua de frutas, agua de sabor); d) productos lácteos y lácteos fermentados (leche, atole o licuados de leche, yogurt, lácteos fermentados tipo yakult, y queso (sin especificar su contenido de grasa); e) pastelillos y galletas (incluyendo donas); f) frituras altas en grasa y sodio; g) chocolates y confitería (incluyendo dulces, palanquetas, chocolates y helados); h) oleaginosas (nueces, cacahuates, habas, pistaches, pepitas); y i) refrescos.

Consumo total de energía. Se obtuvo a través de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos de los 7 días previos a la encuesta. Incluyó 101 alimentos clasificados en 14 grupos. Dicho instrumento fue validado previamente en mujeres (8), adaptado para explorar la dieta de niños de 5 a 11 años de edad, en formato digital. Dicha adaptación se evaluó

mediante una prueba piloto con población similar a la que sería entrevistada. El cuestionario fue aplicado a la madre o persona responsable del cuidado del niño, por personal capacitado y estandarizado. Los detalles sobre el procesamiento de la información dietética se encuentran descritos en artículos previos (9,10). A manera de resumen, se calculó el consumo diario total de energía de cada escolar dividiendo la suma del total de la energía reportada en el cuestionario de frecuencia expresada en kcal, entre los 7 días de la semana.

Estado de nutrición. El peso corporal se midió en básculas Tanita (precisión 200g), su exactitud fue verificada con un peso conocido ± 5.0 kg, cada 10 mediciones. La talla fue medida usando un estadímetro de construcción local (precisión 1mm). Las mediciones fueron obtenidas por personal estandarizado de acuerdo a protocolos internacionales (11,12). Con el peso y la talla de los niños se calculó el IMC y se clasificó en normal, sobrepeso y obesidad de acuerdo a los criterios propuestos por la OMS (13).

Nivel socioeconómico (NSE). Para la ENSA-NUT2006 se construyó un indicador del nivel socioeconómico, basado en un análisis de componentes principales utilizando las características de la vivienda, servicios básicos (disposición de agua y drenaje) y posesión de bienes electrodomésticos. El primer componente explicó el 46% de la varianza, la metodología fue descrita en otra publicación (14). Tal componente se estratificó en terciles: bajo, medio, alto.

Área. Se definieron como localidades urbanas a aquellas con ≥ 2500 habitantes y rurales a aquellas con < 2500 habitantes.

Región. El país fue dividido en 4 regiones: Norte, Centro, Ciudad de México y Sur.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables socio demográficas y de los grupos de alimentos consumidos fuera de casa, los resultados se expresaron como frecuencias.

A través de un modelo de regresión logística se exploró la asociación entre el consumo de alimentos fuera del hogar, con la prevalencia de sobrepeso y obesidad -para fines de este artículo ambas categorías se definen como exceso de peso-. El modelo estuvo ajustado por el consumo total de energía (Kcal), la edad (años), el sexo, el NSE, el área y la región de residencia. Asimismo se probaron interacciones con el sexo, la edad, el área, el NSE y la región. Las interacciones se consi-

deraron con efecto importante cuando el valor de p fue < 0.20 , aún cuando el intervalo de confianza al 95% para la razón de momios contenga al uno que es indicativo de efecto nulo (15). Se seleccionó el modelo eliminando términos no significativos bajo el principio de máxima parsimonia, para llegar a un modelo reducido final. El modelo se estimó considerando la estructura del diseño de muestreo, incluyendo la Unidad Primaria de muestreo, el estrato y los factores de expansión de la muestra. El análisis se realizó con los programas Stata, versión 10.1 (Stata Corporation, TX, USA) y SPSS, versión 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

El protocolo de este estudio fue aprobado por las Comisiones de Bioética, Bioseguridad y de Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública. Asimismo, se obtuvo el consentimiento informado de la madre y el asentimiento del niño para participar en el estudio.

RESULTADOS

Se analizó la información de 9537 niños y niñas entre 5-11 años de edad, que representa más de 15 millones de escolares en México. El 50% eran mujeres, el 70% vivían en localidades urbanas; cerca del 60% residía en las regiones centro y sur. La distribución por grupos de edad fue muy homogénea. El 19% de los escolares tenía sobrepeso y cerca del 15% obesidad (Tabla 1). La media del IMC fue de 17.9 (IC95%:17.75, 18.03). El promedio de consumo total de energía por sexo y edad se muestra en la Tabla 2.

-Disponibilidad y consumo de alimentos fuera del hogar.

Respecto a la disponibilidad de alimentos, uno de cada tres escolares compra, le regalan o le llevan sus padres o cuidadores, antojitos antes de llegar a la escuela. El 22% mencionó frituras, el 23.9% bebidas azucaradas sin leche y uno de cada cuatro mencionó chocolates y confitería. Durante su estancia en la escuela, los grupos de alimentos que se encontraron disponibles con mayor frecuencia fueron lácteos y lácteos fermentados (11.6%). En el trayecto de regreso a casa, se observaron con mayor frecuencia a los chocolates y confitería (12.4%), frituras (11.5%) y bebidas azucaradas sin leche (9%); las frutas y/o verduras representaron el 2% (Tabla 3).

Respecto al consumo de alimentos fuera del hogar, a través de un modelo de regresión logística (Tabla 4)

TABLA 1
Características descriptivas de la población de estudio

| Característica | | Muestra (n=9537) | Muestra expandida n (miles= 15765.0) | % |
|-------------------------|--------------|---------------------|---|------|
| Sexo | Masculino | 4,779 | 7829.2 | 49.7 |
| | Femenino | 4,758 | 7935.8 | 50.3 |
| Edad (años) | 5 | 1,227 | 2201.0 | 14.0 |
| | 6 | 1,2 | 2058.9 | 13.1 |
| | 7 | 1,24 | 2025.6 | 12.9 |
| | 8 | 1,406 | 2316.7 | 14.7 |
| | 9 | 1,532 | 2601.3 | 16.5 |
| | 10 | 1,596 | 2431.0 | 15.4 |
| | 11 | 1,336 | 2130.6 | 13.5 |
| Área de residencia | Urbana | 5,177 | 11185.2 | 71.0 |
| | Rural | 4,36 | 4579.8 | 29.1 |
| Región | Norte | 1,524 | 2920.8 | 18.5 |
| | Centro | 3,688 | 5004.4 | 31.7 |
| | Cd de México | 360 | 2452.9 | 15.6 |
| Estado de nutrición* | Sur | 3,965 | 5387.0 | 34.2 |
| | Normal | 6,079 | 9894.7 | 65.9 |
| | Sobrepeso | 1,748 | 2916.2 | 19.4 |
| | Obesidad | 1,218 | 2205.6 | 14.7 |

*De acuerdo a la distribución del IMC para la edad, considerando los criterios de la OMS (n=9,045 n miles=15,016.5)

TABLA 2.
Media y desviación estándar del consumo total de energía de la población de estudio, por sexo y edad

| Edad (años) | Sexo | | | |
|-------------|--------|------|-------|------|
| | Hombre | | Mujer | |
| | Media | D.E. | Media | D.E. |
| 5 | 1540 | 628 | 1435 | 659 |
| 6 | 1606 | 666 | 1598 | 684 |
| 7 | 1731 | 713 | 1617 | 681 |
| 8 | 1770 | 671 | 1488 | 619 |
| 9 | 1674 | 668 | 1480 | 598 |
| 10 | 1725 | 724 | 1590 | 648 |
| 11 | 1729 | 682 | 1627 | 635 |

D.E. Desviación Estándar

se observó que la asociación entre el consumo de antojitos, frutas y verduras, jugos y bebidas azucaradas con la prevalencia de exceso de peso está fuertemente influenciada por el NSE. En los niños del NSE alto el consumo de antojitos se asoció positivamente con la prevalencia de exceso de peso (RM=1.67; p=0.01) con respecto a los niños del NSE bajo. En contraparte, el consumo de frutas y verduras se asoció de manera negativa con la prevalencia de exceso de peso, para los niños del NSE medio (RM: 0.54; IC95%:0.34, 0.85) y alto (RM: 0.59; IC95%:0.34, 1.04), respecto a los niños del NSE bajo. El consumo de jugos y bebidas azucaradas también se asoció negativamente, en los niños del NSE alto (RM: 0.65; IC%:0.46, 0.92) respecto a los del NSE bajo.

La asociación entre el consumo de lácteos y la prevalencia de exceso de peso está influenciada por el sexo, la edad y la región. En las mujeres en comparación con los hombres, el consumo de lácteos se asoció positivamente con la prevalencia de exceso de peso (RM: 1.7; IC95%:1.14, 2.52). En cuanto a la edad, por cada año de incremento en la edad y por cada evento de consumo de lácteos, la asociación con el exceso de peso fue negativa (RM: 0.89; IC95%:0.80, 0.98). En la Cd de México en comparación con el Norte, la asociación entre el exceso de peso con el consumo de lácteos fue positiva (RM: 2.32; IC95%:1.04, 5.16). Asimismo se observó que el consumo de frituras en los niños de la Cd. de México se asoció positivamente con la prevalencia de exceso de peso, en comparación con los niños del Norte. (RM: 1.68; IC95%:0.97, 2.90). El consumo de oleaginosas tuvo una asociación negativa con el exceso de peso, dependiendo del sexo y la edad de los niños, mientras que el consumo de refrescos no se asoció con el exceso de peso en la muestra de niños estudiada.

DISCUSIÓN

La información obtenida en este estudio es representativa de la población mexicana de niños escolares, por lo que se considera marco de referencia para otros estudios que pretendan

TABLA 3
Distribución porcentual de los alimentos y bebidas disponibles para los escolares durante el trayecto de su casa a la escuela y de regreso

| GRUPOS DE ALIMENTOS (n=9537, n miles=15765.01) | Disponibilidad de alimentos y bebidas: | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| | Antes de la escuela (1) % | Durante la escuela (2) % | A la salida de la escuela (3) % | De camino a casa (4) % |
| Antojitos | 31.1 | 9.5 | 2.1 | 1.7 |
| Frutas y/o verduras | 5.0 | 3.5 | 1.1 | 2.2 |
| Bebidas azucaradas sin leche | 23.9 | 6.3 | 4.6 | 9.0 |
| Productos lácteos y lácteos fermentados | 2.8 | 11.6 | 0.6 | 0.8 |
| Pastelillos y galletas | 3.8 | 5.5 | 0.4 | 1.3 |
| Frituras | 22.4 | 0.3 | 2.0 | 11.5 |
| Chocolates y confitería | 24.8 | 2.2 | 2.6 | 12.4 |
| Oleaginosas | 0.8 | 1.9 | 0.1 | 0.2 |
| Refrescos | 8.0 | 0.4 | 0.8 | 2.3 |

(1) Normalmente ¿Qué cosas de comer o beber te compran o regalan o compras tú en alguna tienda o puesto antes de llegar a la escuela?

(2) Normalmente ¿Qué cosas de comer o beber te dan en la escuela para el desayuno, lunch y/o comida?

(3) Normalmente ¿Qué cosas te llevan de comer o beber para que te lo comas o tomes a la salida de la escuela?

(4) Normalmente ¿Qué cosas de comer o beber te compran o regalan o compras tú en alguna tienda o puesto de camino a tu casa?

apoyar a la reducción del consumo de alimentos, con alto contenido de energía fuera del hogar para prevenir el exceso de peso en escolares.

Los hallazgos de este análisis documentan por primera vez en México un aspecto poco estudiado, que es la asociación entre el sobrepeso y la obesidad en escolares y el consumo de alimentos y bebidas fuera del hogar.

En nuestro análisis los niños encuentran disponibles fuera del hogar alimentos densos en energía, proveniente principalmente de grasas y azúcares, lo cual aumenta la probabilidad de consolidar su preferencia y consumo. Asimismo un porcentaje mínimo acceden a alimentos ricos en fibra, vitaminas y minerales.

Tales patrones de preferencias en el consumo de los escolares, tanto dentro como fuera de la escuela fueron documentados en la Encuesta Nacional de Salud en Escolares, en donde los alimentos de mayor consumo eran: dulces, botanas industrializadas, refrescos y alimentos fritos (2).

Aún cuando la evidencia sobre alimentos específicos o patrones dietéticos que contribuyen al consumo excesivo de energía en los escolares es limitada, se ha observado que las raciones grandes de alimentos y bebidas, el consumo fuera de casa, los snacks densos en energía e ingerir bebidas endulzadas, contribuyen al consumo excesivo de energía en niños y adolescentes(16).

En nuestro estudio la Razón de Momios asociado a la prevalencia de exceso de peso en las niñas fue 1.7 veces mayor si consumen productos lácteos fuera del hogar. Asimismo, el exceso de peso aumentó en residentes de la Ciudad de México que consumían lácteos y frituras; quizás en ambos casos la asociación puede estar relacionada con su alto contenido de energía y grasa. Esta misma asociación ha sido documentada en adolescentes (17). Es importante mencionar que la leche es un excelente alimento; sin embargo, se ha documentado la asociación entre su consumo con mayor riesgo cardiovascular en niños y adolescentes, debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados (18,19).

Asimismo el consumo de frituras y otros alimentos con alta densidad de energía ha sido relacionado con mayor riesgo de sobrepeso y obesidad en niños escolares, como en el caso de Chile, donde se demostró que un patrón dietético conformado por comida rápida, se asoció significativamente con mayor riesgo de obesidad (RM:1.86; IC95%:1.12,3.09)(20). De igual forma los niños que consumieron más alimentos fritos fuera de casa tuvieron una baja calidad en la dieta y un mayor IMC (21).

Según datos de la ENSANUT2006 la quinta parte de la ingestión de grasa de los niños escolares procede de la leche y el queso (17.1 y 5.6% respectivamente)

TABLE 4
Modelo de regresión logística para evaluar la probabilidad de sobrepeso y obesidad de acuerdo al consumo de alimentos fuera de casa, en una muestra representativa de escolares mexicanos¹

| Variable | RM | IC95% | | P |
|---|------|-------|------|------|
| Consumo total de energía (kcal) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.06 |
| Antojitos*Sexo (mujer) | 0.83 | 0.64 | 1.07 | 0.15 |
| Antojitos*NSE (medio) ² | 1.13 | 0.83 | 1.53 | 0.44 |
| Antojitos*NSE (alto) ² | 1.67 | 1.11 | 2.51 | 0.01 |
| Frutas y verduras*sexo (mujer) | 1.31 | 0.88 | 1.95 | 0.19 |
| Frutas y verduras*Edad(años) | 1.09 | 0.99 | 1.20 | 0.07 |
| Frutas y verduras*NSE (medio) ² | 0.54 | 0.34 | 0.85 | 0.01 |
| Frutas y verduras*NSE (alto) ² | 0.59 | 0.34 | 1.04 | 0.07 |
| Bebidas azucaradas*NSE (medio) ² | 0.92 | 0.69 | 1.22 | 0.55 |
| Bebidas azucaradas*NSE (alto) ² | 0.65 | 0.46 | 0.92 | 0.02 |
| Lácteos*Sexo (mujer) | 1.70 | 1.14 | 2.52 | 0.01 |
| Lácteos*Edad (años) | 0.89 | 0.80 | 0.98 | 0.02 |
| Lácteos*Área (rural) | 1.32 | 0.83 | 2.10 | 0.24 |
| Lácteos*Región (Centro) ² | 1.00 | 0.49 | 2.03 | 1.00 |
| Lácteos*Región (Ciudad de México) ² | 2.32 | 1.04 | 5.16 | 0.04 |
| Lácteos*Región (Norte) ² | 1.03 | 0.52 | 2.02 | 0.93 |
| Frituras*Región (Centro) ² | 0.94 | 0.64 | 1.37 | 0.73 |
| Frituras*Región (Ciudad de México) ² | 1.68 | 0.97 | 2.90 | 0.06 |
| Frituras*Región(Norte) ² | 0.96 | 0.65 | 1.40 | 0.81 |
| Oleaginosas*Sexo (mujer) | 0.51 | 0.20 | 1.29 | 0.16 |
| Oleaginosas*Edad (años) | 0.79 | 0.60 | 1.03 | 0.08 |
| Oleaginosas*Área (rural) | 0.67 | 0.28 | 1.62 | 0.38 |
| Oleaginosas*NSE (medio) | 0.85 | 0.33 | 2.14 | 0.72 |
| Oleaginosas*NSE (alto) | 2.25 | 0.63 | 8.07 | 0.21 |
| Refrescos*Sexo (mujer) | 1.43 | 0.92 | 2.20 | 0.11 |
| Refrescos*Edad (años) | 0.93 | 0.83 | 1.04 | 0.19 |
| Refrescos*Área (rural) | 1.39 | 0.87 | 2.24 | 0.17 |

N= 8,831 Expansión= 14,644,250

F<0.001

NSE: Nivel socioeconómico

¹ Se presentan únicamente las interacciones (el * representa la interacción entre las variables referidas)

² Comparación con: NSE bajo y Región Sur respectivamente

y son, junto con el yogur, la principal fuente de la ingesta de ácidos grasos saturados (33.7%); los alimentos fritos (antojitos de maíz y frituras industrializadas) proporcionan el 14.8% de las grasas totales de la dieta, de las cuales el 13.3% son grasas saturadas (19). En nuestro estudio se observó que la prevalencia de exceso de peso aumentó conforme aumentó el consumo de anto-

jitos fuera del hogar en los niños del NSE alto.

Por su parte, la disponibilidad de frutas y verduras en nuestro estudio representó el 11.8% de los alimentos consumidos fuera del hogar y se observó una asociación protectora contra el sobrepeso y la obesidad dependiendo del NSE de los niños. Algunos estudios han mostrado que su consumo se asocia a un menor riesgo

de obesidad en niños canadienses (22) y norteamericanos (23).

El aumento en la oferta, disponibilidad y accesibilidad de alimentos procesados y/o industrializados fuera de casa ha modificado los hábitos alimentarios de los niños.

En este estudio no se observó una asociación significativa entre el exceso de peso y el consumo de refrescos, mientras que el consumo de jugos y bebidas azucaradas resultó protector dependiendo del NSE, lo cual podría deberse a cambios en los hábitos de alimentación en los escolares del NSE alto, que ya se saben con exceso de peso, o quizá a un posible subreporte del consumo de dichas bebidas. Sin embargo éstas son sólo suposiciones que deberán tomarse con precaución y de evaluarse en futuros estudios de tipo prospectivo, para contrarrestar la limitación de temporalidad del presente estudio. Asimismo, debido a que estudios previos han reportado una fuerte asociación entre el consumo de refrescos y bebidas azucaradas con la ganancia de peso, en diversos grupos de edad(24), y que según datos obtenidos en la ENSANUT 2006, a través del Cuestionario de Frecuencia de Consumo, mostraron que el consumo promedio de agua potable en los niños de la muestra es bajo (683 ± 461 ml), resulta altamente recomendable fomentar el consumo de agua potable, sin adición de azúcar ni saborizantes, entre la población escolar(25).

Una de las limitaciones del estudio es que la información del cuestionario de consumo de alimentos fuera del hogar es de tipo indicativo, y no mide de manera directa la cantidad consumida; por lo que no se pueden utilizar para el cálculo de energía consumida. Asimismo, la falta de información sobre actividad física en este grupo de población debe de tenerse en cuenta para la interpretación de los resultados, dada su relevancia en la génesis del sobrepeso y la obesidad.

Una de las mayores fortalezas de este estudio es que los resultados pueden extrapolarse a la población de escolares del país. Asimismo es uno de los primeros estudios que abordan esta temática en México, por lo que aún y cuando se requiere realizar más investigación sobre el papel que tiene el consumo de alimentos fuera del hogar, la evidencia presentada en este trabajo puede contribuir a diseñar estrategias de salud pública enfocadas a reducir el consumo de alimentos y bebidas con alta densidad de energía, que fueron asociadas positivamente con la prevalencia de sobrepeso y obesi-

dad. Además, aún cuando la escuela y la familia juegan un papel fundamental en la prevención del sobrepeso en escolares, se debe de reconocer el papel que juega el estado como rector, y el sistema de salud para la prevención temprana y el tratamiento de la misma.

Los autores del presente manuscrito manifiestan no tener conflicto de intereses para la publicación del artículo.

REFERENCIAS

1. Rivera J, Cuevas L, Shamah T, Villalpando S, Avila M, Jiménez A. Estado nutricional. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006. pp. 85-103.
2. Shamah Levy T, editora. Encuesta Nacional de Salud en Escolares 2008. Cuernavaca (México): Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2010.
3. Sassi F. Obesity and the Economics of Prevention. FIT NOT FAT. OECD 2010.
4. Johnson L, Mander AP, Jones LR, Emmett PM, and Jebb SA. Energy-dense, low-fiber, high-fat dietary pattern is associated with increased fatness in childhood. *Am J Clin Nutr* 2008;87:846–54.
5. Homer Ch and Simpson LA. Childhood Obesity: What's Health Care Policy Got to Do With It? *Health Affairs* 2007; 26(2) 441-444.
6. Crawford PB, Townsend MS, Metz DL, Smith D, Espinosa-Hall G, Donohue SS, et al. How can Californians be overweight and hungry? *California Agriculture*. 2004;58(1):12-17.
7. Palma O, Shamah T, Franco A, Olaiz G, Méndez I. Metodología. En: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-2006). Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006. 19-33.
8. Hernández-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernández-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud Pública Méx*. 1998; 39: 133–40.
9. Rodríguez Ramírez S, Mundo Rosas V, Jiménez Aguilar A, Shamah Levy T. Methodology for the analysis of dietary data from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Méx* 2009; 51 suppl 4 S540-S550.
10. Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García-Guerra A, et al. Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Publica Mex* 2009; 51 suppl 4:S540-S550.
11. Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometrics standardization reference manual. Champaign (IL):

- Human Kinetics Books, 1988.
12. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno (Standardization of anthropometric methods in the field). *Bull Pan Am Health Organ* 1974;76:375-384.
 13. de Onís M, Garza, C, Victora, CG, Onyango, AW, Frongillo, EA, Martines, J. El Estudio Multi-centro de la OMS de las Referencias del Crecimiento: Planificación, diseño y metodología. *Food and Nutrition Bulletin* 2004;25(1): S15-S26.
 14. Resano-Pérez E, Méndez-Ramírez I, Shamah-Levy T, Rivera JA, Sepúlveda-Amor J. Methods of the National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica Mex* 2003; 45 Suppl 4:558S-564S.
 15. Selvin S: *Statistical Analysis of Epidemiologic Data* New York: NY: Oxford University Press; 1996:213-214
 16. Institute of Medicine. *Preventing Childhood Obesity-Health in the Balance*. The National Academies Press, Washington, DC; 2005.
 17. Troiano RP, Briefel RR, Carroll MD and Bialostosky K. Energy and fat intakes of children and adolescents in the United States: data from the National Health and Nutrition Examination Surveys. *Am J Clin Nutr* 2000;72(suppl):1343S-53S.
 18. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP 3rd, Tracy RE, Wattigney WA Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *The Bogalusa Heart Study. N Engl J Med.* 1998; 338(23):1650-6.
 19. Ramírez I, Villalpando S, Moreno-Saracho J, Medina D. Fatty acids intake in the Mexican population. Results of the National Nutrition Survey 2006. *Nutrition & Metabolism*; 2011,8:33.
 20. Lera Marques, L, Olivares Cortes, S, Leyton Dinamarca, B et al. Patrones alimentarios y su relación con sobrepeso y obesidad en niñas chilenas de nivel socioeconómico medio alto. *ALAN*, June 2006, vol.56, no.2, p.165-170.
 21. Taveras EM, Berkey CS, Rifas-Shiman SL, Ludwig DS, Rockett HRH, Field AE, et al. Association of Consumption of Fried Food Away From Home with Body Mass Index and Diet Quality in Older Children and Adolescents. *Pediatrics* 2005; 116:e518-e524.
 22. Hanley AJG, Harris SB, Gittelsohn J, Woleve TMSr, Saksvig B, and Zinman B. Overweight among children and adolescents in a Native Canadian .community: prevalence and associated factors *Am J Clin Nutr* 2000;71:693-700.
 23. Bing-Hwan L, Mentzer-Morrison R. Higher fruit consumption linked with lower body mass index. *Food Rev* 2003;25(3):28-32.
 24. Gibson S. Sugar-sweetened soft drinks and obesity: a systematic review of the evidence from observational studies and interventions. *Nutr Res Rev.* 2008 Dec;21(2):134-47.
 25. Rivera JA, et al. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Publica Mex* 2008;50:173-195.

Recibido: 28-04-2011

Aceptado: 20-07-2011

Regulación de la publicidad televisiva de alimentos para prevenir la obesidad infantil

Catalina González Hidalgo, Eduardo Atalah Samur.

Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
Facultad de Farmacia. Universidad de Valparaíso. Chile.

RESUMEN. La obesidad es una grave epidemia a nivel mundial y las estrategias aplicadas para su prevención han dado pobres resultados. Numerosos factores ambientales se han asociado al riesgo de obesidad y es importante que todos ellos sean considerados en las políticas de prevención. Se ha demostrado que existe un nexo entre la publicidad de alimentos en televisión con la obesidad infantil. La gran cantidad de anuncios publicitarios de alimentos poco saludables dirigidos a los niños a través de la televisión y las repercusiones que esto podría tener en la salud, ha llevado a algunos países a legislar al respecto. Sin embargo, falta definir a nivel internacional un marco conceptual de referencia que permita una legislación que logre un impacto real en la prevención de la obesidad infantil. Este trabajo revisa las evidencias científicas disponibles sobre la relación entre publicidad de alimentos y obesidad infantil como base para el desarrollo de políticas públicas de regulación del mercado de alimentos a través de la televisión.

Palabras clave: obesidad infantil, publicidad de alimentos, televisión, legislación.

SUMMARY. Regulation of food advertising on television for the prevention of childhood obesity. Obesity is a serious global epidemic and the prevention strategies implemented have been insufficient. Numerous environmental factors have been associated with risk of obesity and their full consideration in prevention policies is important. The connection between food advertising on television and childhood obesity has been demonstrated. The large number of advertisements for unhealthy foods targeted at children through television and its possible impact on health has led some countries to legislate on this matter. However, a conceptual framework of reference enabling legislation must be internationally defined in order to achieve a real impact in preventing childhood obesity. This paper reviews scientific evidence on the relationship between food advertising and childhood obesity as a basis for developing public policies to regulate food marketing on television.

Key words: childhood obesity, food advertising, television, legislation.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de obesidad infantil ha aumentado dramáticamente desde la década de los 90. Para el año 2010 se estimó que existían 43 millones de niños con sobrepeso y obesidad en todo el mundo, de los cuales 35 millones viven en países en vías de desarrollo (1). En Chile, los datos del Ministerio de Salud del 2010 muestran que la población menor de 6 años de edad controlada en el sistema público de salud presenta una prevalencia de 22,6 % de sobrepeso y de 9,6 % de obesidad, aumentando la obesidad a 12,5 % en el grupo de 4 a 5 años (2).

Para combatir la epidemia de obesidad se han aplicado diversas estrategias de base poblacional, incluyendo medidas educativas orientadas a promover una alimentación saludable y la actividad física, así como

actividades de prevención secundaria y de tratamiento. En Chile, entre otras actividades, se ha implementado desde el 2005 la Estrategia de Intervención Nutricional a través del ciclo vital y desde el 2006 la Estrategia Global Contra la Obesidad (EGO), que no han logrado los resultados esperados (3).

Mientras los gobiernos invierten esfuerzos y recursos para revertir la situación, los individuos de todas las edades y clases sociales están sometidos diariamente a una enorme oferta de alimentos poco saludables a través de avisos publicitarios en televisión, prensa y otros medios, dentro de campañas cuidadosamente diseñadas (4).

El informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) muestra que las intervenciones en salud efectuadas desde la atención primaria y dirigidas a la población infantil, son de alto

costo y pueden tomar mucho tiempo para tener un real impacto. Las estrategias más favorables desde el punto de vista costo-efectividad, se encuentran fuera del sector salud, especialmente en el ámbito regulatorio y fiscal (5).

Este trabajo revisa las evidencias científicas actuales sobre la relación entre publicidad de alimentos y obesidad infantil como base para el desarrollo de políticas públicas de regulación del mercadeo de alimentos a través de la televisión.

PUBLICIDAD DE ALIMENTOS Y OBESIDAD INFANTIL

La evidencia sugiere que el tiempo que los niños ven televisión y la prevalencia de obesidad infantil están relacionadas (6). Información científica sobre el tema existe desde la década de los setenta y actualmente ha tenido un repunte, concentrándose fundamentalmente en cuatro categorías: a) análisis del contenido de la publicidad televisiva de alimentos; b) efectos de la publicidad televisiva de alimentos en el comportamiento alimentario de los niños; c) publicidad televisiva de alimentos y obesidad infantil; y d) uso de televisión y patrón de consumo alimentario (7).

Estudios internacionales muestran que los niños entre 2 y 17 años de edad ocupan en promedio 2,5 horas por día en ver televisión (8). Dentro de ese tiempo están expuestos a un promedio de una publicidad de alimentos cada 5 minutos (cerca de 30 por día), que son principalmente de alimentos no saludables, emitidos con técnicas avanzadas de mercadeo y persuasión (7). Las estrategias publicitarias más utilizadas son las promociones y la asociación de los productos alimenticios a emociones positivas: diversión, felicidad, juego, fantasía, imaginación, integración social y aceptación de los pares (9, 10). La publicidad de alimentos es más intensa durante el periodo de programas infantiles que durante la banda dirigida a la audiencia general (11-14).

En la mayor parte de los países los alimentos más ofertados son ricos en calorías, grasas, azúcares simples y sodio y rara vez se incluyen alimentos nutritivos de bajo costo (15). Taras & Gage encontraron que de los alimentos publicitados en televisión el 69% son altos en azúcar refinada, 35% altos en grasa y 20% altos en sodio (16). Existe una gran discrepancia entre la calidad nutricional de los productos alimenticios publici-

tados y la dieta normal recomendada para la población infantil (17 - 19).

EFFECTO DE LA PUBLICIDAD TELEVISIVA DE ALIMENTOS

La publicidad de alimentos en televisión se correlaciona con el requerimiento que los niños hacen a sus padres y el patrón de alimentación de los niños expuestos (7). Se ha observado asociación significativa entre el número de horas que el niño ve televisión e ingesta de energía (20, 21), lípidos y azúcares (22, 23), el Índice de Masa Corporal (IMC) (24), el porcentaje de grasa corporal (25) y la prevalencia de obesidad (26 - 29). Un estudio ecológico que incluyó información de Australia, Estados Unidos y ocho países europeos, demostró asociación entre la proporción de niños con sobrepeso y el número de anuncios por hora en la televisión ($r = 0,81$, $P < 0,005$) (30).

En Estados Unidos se desarrolló un modelo matemático de simulación para estimar los posibles efectos de la disminución de la exposición a la publicidad televisiva de alimentos en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 6 a 12 años. Si la exposición se redujera a cero la prevalencia de obesidad disminuiría de 17,8 a 15,2 % (IC 95%: 14,8-15,6) en varones y de 15,9 a 13,5 % (IC 95%: 13,1-13,8) en niñas. Uno de cada tres a uno de cada siete niños obesos podría no haber desarrollado obesidad, en la ausencia de publicidad de alimentos poco saludables en la televisión (31).

HACIA UNA POLÍTICA DE REGULACIÓN DE LA PUBLICIDAD TELEVISIVA DE ALIMENTOS

Las políticas públicas destinadas a promover un comportamiento saludable no han logrado contrarrestar los cuantiosos recursos invertidos en la producción y comercialización de alimentos que no promueven una mejor salud. El resultado es una "economía propicia a la obesidad", en la que los niños son un objetivo prioritario (32).

La publicidad de alimentos no regulada, la alta disponibilidad y bajos precios de alimentos no saludables, la utilización de medios de transporte a motor, la falta de espacios urbanos abiertos, el déficit de actividad física y la falta de educación nutricional,

son factores ambientales de la vida moderna que determinan la ingesta y el gasto energético, contribuyendo al incremento de la prevalencia de obesidad infantil. La clave del éxito de las políticas de prevención radica en que se consideren todos los elementos involucrados (4).

En 2004, la Organización Mundial de la Salud (OMS) pidió a los gobiernos tomar acciones para reducir los mensajes de mercadeo de alimentos no saludables (33). Para los países de América Latina y El Caribe la Organización Panamericana de la Salud (OPS), ha establecido directrices y normas respecto de la comercialización y publicidad de alimentos que van dirigidas a los niños (34). Desde entonces la industria ha desarrollado métodos de autorregulación, la sociedad civil ha desarrollado campañas por restricciones legales, y los gobiernos han generado una serie de propuestas de regulación legal. Sin embargo no ha sido fácil legislar y las nuevas reglamentaciones no han sido lo suficientemente claras y fuertes y no se han basado en la evidencia científica ni en un marco de referencia ético (35).

Actualmente 16 países de Europa (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia), dos de América del Norte (Canadá y Estados Unidos) y dos de Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), cuentan con marcos regulatorios sobre publicidad televisiva de alimentos relacionados con los niños. Se incluyen normas de autorregulación por parte de la industria y/o restricciones que van desde límites parciales a la cantidad, horarios y tipo de los anuncios emitidos, hasta la prohibición total de la publicidad como en el caso de Suecia (36). En América Latina Brasil, Chile y Ecuador han tomado algunas iniciativas (34). Sin embargo hasta en los países donde se han implementado estrictas normativas de prohibición o de autorregulación como en el Reino Unido y Canadá respectivamente, no se han observado modificaciones importantes a la publicidad, debido a que no está claramente definido el concepto de los alimentos menos saludables que no deben ser publicitados. (37).

En la tabla 1 se presentan las regulaciones que se implementaron o que se encontraban en etapa de discusión o de propuesta en algunos países entre los años 2004 y 2007. Los países europeos han implementado las regulaciones más estrictas.

TABLA 1
Restricciones legales y directrices gubernamentales sobre la publicidad de alimentos dirigida a los jóvenes en países seleccionados 2004–2007.

| País | Código/Ley/Propuesta |
|---|---|
| Implementado | |
| Francia | Enmienda en el Código de Salud Pública para prohibir los anuncios de alimentos con alto contenido en grasas y azúcares en la televisión para niños (2007) |
| Finlandia | Código legal con reglas específicas de restricciones y prohibiciones de publicidad de alimentos a menores de 12 años (2005). |
| Irlanda | Ley que tiende a limitar todas las formas de marketing publicitario de alimentos destinado a los niños (2005). |
| Reino Unido | Nuevas normas legales (2007). |
| Proyectos de regulación en discusión | |
| Brasil | Proyecto de ley que tiende a limitar todas las formas de comercialización de alimentos a los niños. (Ingresado en 2006) |
| Tailandia | Propuesta para restringir la publicidad de alimentos a los niños. (Ingresado en 2007). |
| Proyectos en etapa de propuesta | |
| Estados Unidos | Tres proyectos de ley federal puestos en marcha que se refieren a la regulación de la comercialización de alimentos dirigida a los niños. |

Modificado de: (36).

El proyecto Pan- Europeo concluye que se observa un patrón ineficaz e incoherente de regulación en todos los países (38) y que pocos gobiernos imponen fuertes restricciones. La mayoría prefiere convencer a la industria a actuar voluntariamente con responsabilidad. En base a estos hallazgos se elaboraron recomendaciones que incluyen modificaciones en la televisión de la Unión Europea sin fronteras para prohibir toda publicidad televisiva de alimentos poco saludables para los niños, la adopción de una definición común de alimento "poco saludable", y el establecimiento de un mecanismo de Observatorio Pan-Europeo que vigile la naturaleza, el alcance y la regulación de la publicidad

y comercialización de alimentos destinados a la población infantil.

En 2006 el Grupo Internacional de Trabajo sobre Obesidad (IOTF), elaboró los Principios de Sydney (39), basados en los derechos del niño y cuyos objetivos son orientar la acción para el cambio de las prácticas de comercialización de alimentos y bebidas dirigidas a los niños: 1) apoyar los derechos de los niños, 2) ofrecer una protección sustancial a los niños, 3) ser de naturaleza legal, 4) adoptar una definición amplia de promoción comercial, 5) dar garantía a una niñez libre de comerciales, 6) incluir los medios de comunicación transfronteriza, y 7) evaluar, controlar y hacer cumplir los acuerdos (40).

En Chile no se cuenta aún con suficiente investigación que relacione la obesidad infantil con la exposición a la publicidad de alimentos. Un estudio de Uribe y cols., reveló que el 9,5% del tiempo de programación de TV corresponde a propaganda dirigida a los niños. Dentro de los comerciales las categorías más publicitadas son alimentos, juguetes y artículos electrónicos. (41). Desde el año 2008 se está tramitando un proyecto de ley que pretende regular la publicidad de alimentos dirigida a menores de 14 años de edad. Sin embargo, ha enfrentado una intensa objeción por parte de la industria de alimentos y bebidas (42). El Instituto Libertad y Desarrollo elaboró un documento donde argumenta que en base a la legislación vigente no se justifica una ley de regulación de la publicidad de alimentos (43). Las empresas del rubro agrupadas en Chilealimentos han reaccionado implementando a contar de mayo del 2008 la Guía Diaria de Alimentación (GDA), estándar de etiquetado nutricional utilizado en varios países del mundo. La industria se apoya en el argumento de que el público tiene derecho a estar informado para escoger libremente los productos que desea consumir (44).

CONCLUSIONES

La prevalencia de obesidad infantil es cada vez mayor y los programas de prevención implementados no han logrado revertir la situación. Los niños están expuestos a un intenso mercadeo de alimentos en la televisión cuyo contenido nutricional es perjudicial para la salud, lo que se asocia a conductas alimentarias inadecuadas y un mayor riesgo de obesidad infantil.

Se hace imprescindible regular la publicidad de ali-

mentos que emiten los canales de televisión y que va dirigida a los niños. Los gobiernos que han optado por los códigos de autorregulación voluntaria de la publicidad de alimentos por parte de la industria, no han logrado la reducción del mercadeo alimentario orientado a los niños. Por otro lado los países donde se ha implementado una regulación restrictiva y prohibitiva tampoco han conseguido resultados sustanciales ya que sus legislaciones han sido poco objetivas o incoherentes, las restricciones no han sido lo suficientemente fuertes y no se han basado en un marco de conocimiento científico ni fundamentos éticos.

A la hora de decidir si legislar por la restricción o la autorregulación de la publicidad televisiva de alimentos dirigida a la población infantil, es necesario tomar las medidas para que la implementación de la regulación tenga un real impacto en la salud y estado nutricional infantil (45, 46). Para esto es relevante la adopción de una definición lo más precisa posible y común a todos los países de “alimento saludable y no saludable” y la generación de información científica sólida que sirva como un marco conceptual de base. Considerando que en Chile no se cuenta con evidencias científicas suficientes que favorezca la toma de decisiones en políticas públicas, se hace necesario el desarrollo de esta área de investigación sobre publicidad de alimentos y su relación con la obesidad infantil a nivel nacional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Tito Pizarro, especialista en Nutrición y Salud Pública, por sus importantes comentarios y orientaciones sobre el tema.

REFERENCIAS

1. Prentice AM. The emerging epidemic of obesity in developing countries. *Int J Epidemiol* 2006; 35: 93-9.
2. Encuesta Nacional de Salud ENS 2009-2010. Disponible en <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/9ac1bf1ed8ee8922e04001011e013.pdf>
3. Population-based prevention strategies for childhood obesity: report of a WHO forum and technical meeting, Geneva, 15-17. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. December 2009.
4. Franco M, Sanz B, Otero L, Domínguez-Vila A, Caballero B. Prevention of childhood obesity in Spain: a focus on policies outside the health sector. *SESPAS report* 2010. *Gac Sanit* 2010; 24: 49-55.

5. Obesity and the Economics of Prevention: Fit not Fat. OECD 2010. Disponible en http://www.wfnnet.org/documents/3/OECD_fitnotfat.pdf
6. Carter OB. The weighty issue of Australian television food advertising and childhood obesity. *Health Promot J Austr* 2006; 17:5-11.
7. Coon K A, Tucker K L. Television and children's consumption patterns. A review of the literature. *Minerva Pediatr* 2002; 54:423-36.
8. Woodard DH, Gridina N. Media in the home: the fifth annual survey of parents and children. Annenberg Public Policy Center of the University of Pennsylvania; 2000.
9. Magnus A, Haby MM, Carter R, Swinburn B. The cost-effectiveness of removing television advertising of high-fat and/or high-sugar food and beverages to Australian children. *Int J Obes (Lond)* 2009; 33:1094-102.
10. Kelly B, Hattersley L, King L, Flood V. Persuasive food marketing to children: use of cartoons and competitions in Australian commercial television advertisements. *Health Promot Int* 2008; 23:337-44.
11. Pérez-Salgado D, Rivera-Márquez JA, Luis Ortiz-Hernández L. Publicidad de alimentos en la programación de la televisión mexicana: ¿los niños están más expuestos? *Salud Pública Méx* 2010; 52:119-126
12. Almeida Sde S, Nascimento PC, Quaioti TC. Amount and quality of food advertisement on Brazilian television. *Rev Saude Publica* 2002; 36:353-5.
13. Kelly B, Smith B, King L, Flood V, Bauman A. Television food advertising to children: the extent and nature of exposure. *Public Health Nutr* 2007; 10:1234-40.
14. Goris JM, Petersen S, Stamatakis E, Veerman JL. Television food advertising and the prevalence of childhood overweight and obesity: a multicountry comparison. *Public Health Nutr* 2010; 13:1003-12.
15. Wilson N, Quigley R, Mansoor O. Food ads on TV: a health hazard for children? *Aust NZJ Public Health* 1999; 23:647-50.
16. Taras HL, Gages M. Advertised foods on children's television. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995; 149: 649-52.
17. Kelly B et al. Television food advertising to children: a global perspective. *Am J Public Health* 2010; 100:1730-6.
18. Menéndez García RA, Franco Díez FJ. Advertising and feeding: influence of graphical advertisements on dietary habits during childhood and adolescence. *Nutr Hosp* 2009; 24:318-25.
19. Powell LM, Szczypka G, Chaloupka FJ. Exposure to food advertising on television among US children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007; 161:553-60.
20. Robinson TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity: a randomized controlled trial. *JAMA* 1999; 282: 1561-7.
21. Robinson TN, Killen JD. Ethnic and gender differences in the relationships between television viewing and obesity, physical activity, and dietary fat intake. *J Health Educ* 1995; 26:S91-8.
22. Andreyeva T, Kelly IR, Harris JL. Exposure to food advertising on television: Associations with children's fast food and soft drink consumption and obesity. *Econ Hum Biol* 2011; 9: 221-33.
23. Moreno LA, Toro ZL. La televisión, mediadora entre consumismo y obesidad. *Rev. Chil. Nutr.* 2009; 36: 46-52.
24. Flegal KM, troiano RP. Changes in the distribution of body mass index of adults and children in the US population. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 807-18.
25. Hanley AJ, Harris SB, Gittelsohn J, Wolever TM, Saksvig B, Zinman B, Overweight among children and adolescents in a Native Canadian community: prevalence and associated factors. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 693-700.
26. Crespo CJ, Smit E, Troiano RP, Barlett SJ, Macera CA, Andersen RE. Television watching, energy intake, and obesity in US children: results from the 3th National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001; 155:360-5.
27. Berkey CS, Rockett HR, Field AE, Gillman MW, Frazier AL, Camargo CA jr et al. Activity, dietary intake, and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. *Pediatrics* 2000; 105: E56.
28. Rivera IR, Silva MA, Silva RD, Oliveira BA, Carvalho AC. Physical inactivity, TV-watching hours and body composition in children and adolescents. *Arq. Bras. Cardiol* 2010; 95: 159-65.
29. Tirado AF, Barbancho CF, Prieto MJ, Moreno MA. Influencia de los hábitos televisivos infantiles sobre la alimentación y el sobrepeso (II). *Rev Cubana Enfermer (online)*. 2004, vol. 20, n 3, pp. 0-0.
30. Lobstein T, Dobb S. Evidence of a possible link between obesogenic food advertising and child overweight. *Obes Rev* 2005; 6:203-8.
31. Veerman JL, Van Beeck EF, Barendregt JJ, Mackenbach JP. By How much would limiting TV food advertising reduce childhood obesity? *Eur J Public Health* 2009; 19:365-9.
32. Lobstein T. Child obesity: what can be done and who will do it? *Proc Nutr Soc* 2008; 67:301-6.
33. WHO. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. The Acronym DPAS stands for "Diet and Physical Activity Strategy" Geneva, Switzerland;

- World Health Organization; 2004.
34. OPS. Estrategia Mundial de la OMS Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud (DPAS), Plan De Ejecución en América Latina y El Caribe 2006-2007. en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/nc/dpas-plan-imp-alc.pdf>
 35. Hawkes C. Regulating and litigating in the public interest: regulating food marketing to young people worldwide: trends and policy drivers. *Am J Public Health* 2007; 97:1962-73.
 36. Caraher M, Landon J, Dalmeny K. Television advertising and children: lessons from policy development. *Public Health Nutr* 2006; 9:596-605.
 37. Adams J, Hennessy-Priest K, Ingimarsdóttir S, Sheeha J, Ostbye T, White M. Food advertising during children's television in Canada and the UK. *Arch Dis Child* 2009; 94:658-62.
 38. Matthews AE. Children and obesity: a pan-European project examining the role of food marketing. *Eur J Public Health* 2008; 18:7-11.
 39. Swinburn B, Sacks G, Lobstein T, Rigby N, Baur LA, Brownell KD, Gill T, Seidell J, Kumanyika S; International Obesity Taskforce Working Group on Marketing to Children. The 'Sydney Principles' for reducing the commercial promotion of foods and beverages to children. *Public Health Nutr* 2008; 11:881-6.
 40. Campaña OPS: ¡A comer sano, a vivir bien y a moverse América. Noticia: Publicidad para niños y obesidad: los principios de Sydney. Disponible en http://www.dpaslac.org/?c_ID=150&catID=33
 41. Uribe R, Hidalgo V: La influencia de la Publicidad Televisiva en los niños: ¿Qué sabemos del tema en Chile? *Revista de Economía y Administración de la Universidad de Chile*, Mayo/Junio 2006; 152: 22-8.
 42. Publicidad de la industria de alimentos y bebidas dedicadas a niños. Disponible en Http://www.ucsaludable.cl/alimentacion_24.html
 43. Instituto Libertad y Desarrollo. Boletín 4921-11. Disponible en http://www.lyd.com/lyd/centro_doc/documents/rl-813-4921-11-alimentos_%20poco_%20convenientes.pdf
 44. Noticias Chilealimentos: Industria de alimentos potencia su etiquetado con campaña educativa "Informado te alimentas bien". Disponible en http://www.chilealimentos.com/link.cgi/Asociacion/Noticias_Chilealimentos/2010/15734
 45. Kunkel D. Children and television advertising. In: Singer DG, Singer JL, eds. *Handbook of Children and the Media*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2001; 7:375-393
 46. Sone T. Effects of tobacco advertising regulations in various countries. *Nippon Kosshu Eisei Zasshi* 1995; 42:1017-28.

Recibido: 07-02-2011

Aceptado: 06-07-2011

Cambios en el patrón de consumo de alimentos en escolares chilenos con la implementación de un kiosco saludable

Nelly Bustos, Juliana Kain, Bárbara Leyton, Fernando Vio

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile

RESUMEN. En las escuelas públicas de Chile existe un kiosco que vende una gran cantidad de alimentos altos en calorías. El objetivo de este estudio fue determinar las barreras que los niños tienen para comprar alimentos saludables y evaluar el cambio en el patrón de compra durante el año escolar al implementar un "Espacio Saludable" que incluía un kiosco (que ofertaba alimentos saludables), juegos, mesas y sillas. El personal del kiosco fue capacitado y se generaron estrategias de marketing para promocionar el consumo de alimentos. Se seleccionó una escuela control y una intervenida donde se aplicó una encuesta para determinar la compra de alimentos a niños de 9 a 12 años de edad al inicio del estudio y durante el seguimiento. El número total de escolares fue de 477 (291 de la intervención y 115 de la escuela de control). No hubo diferencias significativas en la cantidad de dinero disponible para comprar alimentos entre los niños de ambas escuelas. Las barreras identificadas para la compra de alimentos sanos fueron el aroma, sabor, baja disponibilidad y alto precio. Hubo un aumento significativo en la compra de frutas, leche, yogur, refrescos y jugos light, frutos secos, sándwiches saludables y helados sin grasa ($p < 0,05$) de los escolares de la escuela intervenida. En la escuela control, no se observaron cambios en el consumo.

El aumento en la oferta de alimentos saludables, junto a las estrategias de marketing, aumentan significativamente el consumo de estos alimentos en la población escolar.

Palabras clave: Escolares, colaciones, kiosco escolar, barreras, compra de alimentos saludables.

SUMMARY. Changes in food consumption pattern among Chilean school children after the implementation of a healthy kiosk. In Chilean school there is a kiosk that sells a large number of high-calorie products. The aim of this study was to determine the barriers that children have for buying healthy food and evaluate changes in the pattern of food purchases during a school year at a school where a "Healthy Space" was created. We designed implemented and assessed changes in food purchases by developing a "Healthy Space" which included a kiosk that incorporated a range of healthy food at affordable prices. The staff in charge of the kiosk was trained and we generate communication and marketing strategies to promote the consumption of healthy food. A validated survey to determine food purchases was applied to 9-12 year-old children from both schools at baseline and follow up 8 months later. The total number of schoolchildren was 477 (291 from the intervention and 115 from the control school). There weren't significant differences in the amount of money available to buy food between children of both schools. There was a significant increase in the purchase of fruit, milk, yoghurt, soft drinks and light juices, dried seeds, healthy sandwiches and non-fat ice cream ($p < 0.05$) of school children from the intervention school. At the control school, no change in consumption was observed. The increase in the supply of affordable healthy food, including communication and marketing strategies, significantly increases the consumption of these products among school children.

Key words: school, snacks, school kiosk, barriers, purchase of healthy foods.

INTRODUCCIÓN

La actual situación epidemiológica del mundo y de nuestro país, refleja que la obesidad es considerada como un problema importante de salud pública y nutrición (1). Datos entregados por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), demuestran que la prevalencia de obesidad de alrededor de un 70% de

niños de 1° año básico del país alcanza un 21,5% (P/T > 2 DS, NCHS/OMS) (2). Esta situación de salud en los escolares se ha asociado a una insuficiente actividad física y a un elevado consumo de alimentos elaborados con alto contenido de grasas saturadas, azúcar y sal (3). Un estudio realizado por Bustos y cols. (4) demostró que el 60% de los escolares disponía de dinero para comprar alimentos en la escuela y que lo que más com-

praban eran productos envasados dulces (35% de ellos), jugos y helados (33%) y productos envasados salados (30%). El 11% compraba yogur y sólo el 7% consumía fruta. Los niños señalaron como motivaciones para comer alimentos no saludables que éstos eran ricos (82%), estaban disponibles en el kiosco (46%) y que eran baratos (38%).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe evidencia convincente de que un estilo de vida sedentario y la alta ingesta de alimentos con alto contenido energético y pobre en frutas, verduras, legumbres, lácteos sin grasa y pescado, aumentan el riesgo de obesidad. Se ha demostrado que un adecuado ambiente en el hogar y las escuelas, que induzca a elegir y consumir alimentos saludables, podría disminuir este riesgo (5).

La promoción de hábitos de alimentación y estilos de vida saludables en los niños se ha convertido en una de las prioridades de la política de salud de Chile. Bajo esta perspectiva, el Ministerio de Salud ha centrado su esfuerzo en la Estrategia Global contra la Obesidad (EGO-CHILE), focalizando en los establecimientos educacionales diversas acciones con el fin de reducir los niveles de obesidad, tales como fortalecer una alimentación saludable y actividad física en las escuelas, con actividades curriculares y extracurriculares e implementar kioscos saludables y recreos activos, entre otras acciones (6). Sin embargo, la última evaluación de las EGO escuelas reveló que en los últimos cuatro años, los índices de obesidad en las mil escuelas intervenidas por el Ministerio de Salud aumentó en los escolares de primero básico de un 19% en el año 2005 a un 21,5% el año 2009; sólo un 29% de los establecimientos cumplió con las tres horas de educación física semanales y menos del 40% realizó pausas y recreos activos. La mayoría de los profesores no realizaba actividades extracurriculares relacionadas con alimentación saludable y los kioscos seguían vendiendo una gran diversidad de alimentos altos en calorías (7), siendo los más vendidos las galletas dulces con y sin crema, los snacks salados, bebidas y los jugos.(8)

Si bien es cierto, en el país existen estrategias que promueven estilos de vida saludable al interior de los recintos educacionales (6), actualmente no se dispone de información de modelos validados que favorezcan la venta de alimentos de bajo aporte calórico. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar las barreras que los niños tienen para comprar alimentos

saludables y evaluar el cambio en el patrón de compras de alimentos durante el año escolar al implementar un “Espacio Saludable” en un colegio y compararlo con una escuela control, después de un año de intervención. Con esta información será posible diseñar e implementar espacios saludables y puntos de venta y/o kioscos saludables al interior de las escuelas en el resto del país, aumentando la oferta de productos saludables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio forma parte del proyecto “Prevención y Control de la obesidad infantil en escuelas básicas de la comuna de Macul” iniciado el año 2006 (9) y se realizó en dos escuelas básicas municipalizadas, una intervenida, que fue la Escuela Villa Macul D-200 y la escuela control José Bernardo Suárez N° 167, ambas escuelas fueron seleccionadas por estar ubicadas en la misma comuna, tener un “kiosco” con similar variedad de alimentos y concesionado por la dirección del colegio a una persona externa de la escuela, por no presentar venta de alimentos en la puerta del colegio, por incluir niños con similar nivel socioeconómico(2).

La muestra estuvo constituida por niños que pertenecían a los cursos desde 4° a 7° año básico (entre 10 a 12 años), obteniéndose un total de 477 niños (291 de la escuela intervenida y 115 de la escuela control).

En un sector del colegio se construyó un espacio saludable, definido como un lugar del colegio que potenciara estilos de vida saludables a través del fomento de la recreación, la venta de alimentos saludables y la implementación de diversas estrategias educativas que modificaran o fortalecieran conductas saludables en los escolares. El espacio saludable estaba constituido por un kiosco, rodeado de mesas, sillas y diversos juegos, con diseños y colores llamativos. El kiosco fue construido según lo establecido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (10) y fue diseñado de tal manera de favorecer la visibilidad de los alimentos expendidos dispuestos en vitrinas refrigeradas y repisas al interior de kiosco.

Los alimentos ofertados en el kiosco de espacio saludable eran sándwich de palta y queso fresco o tomate, yogur y leches descremadas, flanes, postres de leche, jalea, galletas sin azúcar, cereales, fruta, frutos secos, jugos y bebidas Light (sin azúcar), aguas minerales, frutas deshidratadas, y snacks de bajo aporte calórico, entre otros.

Se conformó un grupo de expertos en nutrición que estableció los rangos de nutrientes que debían tener los alimentos que se ofertarían en el kiosco y que se denominarían de bajo aporte calórico. En lo que respecta a los alimentos procesados, se estableció que un alimento de bajo aporte calórico era aquel que tenía una porción de alimento por envase y esta porción no debía sobrepasar 130 Kcal, 3 g de grasa, 20 g de hidratos de carbono y 140 mg de sodio. Para las frutas y hortalizas, se consideró una porción estándar de 150 g y para frutos secos de 30 g. Además, se determinó que los productos lácteos ofertados fueran de preferencia semidescremados o descremados y refrescos, aguas, bebidas o jugos de tipo light.

Para introducir la venta de alimentos procesados de bajo aporte calórico (menos de 130 Kcal), y alimentos saludables, durante los 3 primeros meses de intervención, se eliminó progresivamente la venta de pizzas, hot dogs, papas fritas, helados de crema y aguas, bebidas y jugos con azúcar. En forma paralela, se incorporó la oferta de alimentos de bajo aporte calórico que debía alcanzar un 30% de los alimentos ofertados, porcentaje que se aumentó a un 60% a los 6 meses de intervención y a un 80% al finalizar el año.

Para incentivar la compra de los alimentos procesados de bajo aporte calórico y de los alimentos saludables, se establecieron estrategias de comunicación y marketing bajo el nombre de una campaña “Yo me divierto comiendo sano” que relacionaba la compra de estos alimentos con el juego y la recreación, entregándose con la compra de estos alimentos, implementos deportivos, paletas para jugar ping pong, cupones para sorteos semanales de algún obsequio, entre otras estrategias. Además se implementó un panel informativo que exponía diversos temas relacionados con el fomento de estilos de vida saludable y el listado de alimentos que ofertaba el kiosco con sus precios.

Se capacitó a los concesionarios de los kioscos en temas tales como la alimentación saludable, comprensión y lectura del etiquetado nutricional de los alimentos, además se instruyó sobre higiene y manipulación de alimentos y en estrategias de comunicación y marketing para promocionar el consumo de alimentos saludables.

Se determinó el origen de las colaciones, la disponibilidad económica de los niños, las preferencias de alimentos en el momento de la compra y las motivaciones de los niños para comprar alimentos de alta den-

sidad energética a través de una encuesta de prácticas alimentarias, cuestionario adaptado de Olivares y cols. (11). Este cuestionario incluye 10 preguntas de conductas y prácticas alimentarias relacionadas con los alimentos consumidos durante la jornada escolar, disponibilidad de dinero para comprar alimentos, junto a las motivaciones y barreras para su elección. El cuestionario fue aplicado al inicio (tiempo 1) y al finalizar la implementación del kiosco saludable (tiempo 2), tanto en el colegio intervenido como en el control.

Análisis Estadístico

Una vez finalizada la validación de los datos, se analizaron los resultados de la encuesta en forma descriptiva a través de gráficos y tablas de frecuencias para cada tiempo (antes y después de la intervención), tanto en el colegio intervenido como en el control. Luego se realizó un análisis comparativo entre ambos colegios, considerando los valores iniciales y finales (delta) de los alimentos que consumían los niños y la evolución de las barreras para consumir alimentos más saludables, utilizando el test Wilcoxon para muestras independientes. El análisis fue realizado con el programa estadístico STATA 10 y SAS 9.2 de la Unidad de Estadística del INTA (12, 13).

RESULTADOS

En la tabla N° 1 se puede observar los alimentos que traían los niños de ambas escuelas desde sus hogares. Los alimentos preferidos por los niños se inclinan mayoritariamente por la fruta, el yogur y los jugos. Al comparar los cambios en el tiempo 2, es importante destacar que los niños de la escuela control aumentaron sus preferencias por alimentos menos saludables como los snacks salados ($p=0.0181$), mientras aquellos del colegio intervenido con kiosco saludable, aumentaron sus preferencias por colaciones más sanas, como la barra de cereal ($p=0.0341$).

En la tabla N° 2 se puede observar los alimentos que compran los niños de ambas escuelas. Los alimentos preferidos en el momento de la compra en el tiempo 1 (sobre el 25% de las preferencias) son snacks salados, snacks dulces, jugos y helados. Al comparar los cambios en el tiempo, se observa que los niños de la escuela con kiosco saludable en el tiempo 2, aumentaron sus preferencias por fruta, leche, yogur, jugos light, empaquetados saludables, frutos secos y helados de agua (p

TABLA 1
Comparación de los alimentos (%) que los niños traen desde sus hogares, al inicio y al final del proyecto entre colegio con y sin kiosco saludable.

| Alimentos traídos de colación | Sin kiosco Saludable | | Con kiosco saludable | | Valor p |
|-------------------------------|----------------------|----------|----------------------|----------|---------|
| | Tiempo 1 | Tiempo 2 | Tiempo 1 | Tiempo 2 | |
| Fruta | 28.3 | 30.5 | 38.5 | 37.0 | 0.5141 |
| Leche | 13.5 | 17.5 | 16.7 | 16.5 | 0.3384 |
| Yogur | 29.6 | 30.5 | 32.3 | 38.3 | 0.3398 |
| Bebidas | 13 | 14.2 | 11.4 | 10.5 | 0.1078 |
| Jugo | 34.1 | 31.1 | 36.6 | 42.0 | 0.1736 |
| Snacks Salados * | 10.3 | 21.4 | 8.3 | 10.2 | 0.0181 |
| Snacks dulces | 17.4 | 22.8 | 22.6 | 21.5 | 0.1989 |
| Cereales | 11.6 | 9.0 | 13.7 | 14.6 | 0.3055 |
| Barra de cereales* | 9.0 | 15.5 | 16.4 | 13.7 | 0.0341 |
| Sándwich | 20 | 16.23 | 22.05 | 23.68 | 0.2868 |
| Frutos secos | 5.16 | 3.90 | 1.55 | 2.18 | 0.3633 |

* Cambio significativo entre niños control e intervenidos, valor $p < 0.05$

TABLA 2
Comparación de los alimentos (%) que los niños compran en el kiosco al inicio y al final del proyecto entre colegio con y sin kiosco saludable.

| Alimentos comprados | Sin espacio y kiosco Saludable | | Con espacio y kiosco saludable | | Valor p |
|---------------------|--------------------------------|----------|--------------------------------|----------|---------|
| | Tiempo 1 | Tiempo 2 | Tiempo 1 | Tiempo 2 | |
| Fruta* | 8.3 | 8.5 | 6.2 | 21.6 | 0.0008 |
| Leche* | 12.2 | 5.6 | 10.2 | 16.4 | 0.0045 |
| Yogur* | 16.7 | 12.0 | 9.9 | 23.4 | 0.0003 |
| Bebidas con azúcar* | 14.8 | 22.7 | 16.4 | 8.8 | 0.0011 |
| Jugos sin azúcar* | 34.8 | 42.5 | 30.7 | 53.1 | 0.0216 |
| Snacks salados | 32.9 | 53.9 | 26.7 | 41.3 | 0.3391 |
| Snacks dulces* | 38.0 | 50.3 | 35.0 | 14.6 | 0.0001 |
| Cereales | 9.0 | 13.4 | 10.8 | 8.7 | 0.2063 |
| Barras de cereales | 10.9 | 14.8 | 14.2 | 15.0 | 0.4453 |
| Tortilla frita * | 7.7 | 17.7 | 2.17 | - | 0.0004 |
| Sándwich* | 4.52 | 2.13 | 3.11 | 15.02 | 0.0003 |
| Frutos secos* | 8.39 | 2.84 | 4.66 | 13.55 | 0.0001 |
| Helados de agua* | 35.48 | 58.16 | 34.47 | 45.79 | 0.0479 |

* Cambio significativo entre niños control e intervenidos, valor $p < 0.05$

<0.05) y snacks salados (esto se debió a que se mantuvo la oferta de productos salados pero se seleccionaron aquellos que tenían un contenido menor de sodio, sin embargo todos los productos ofertados en el mercado, superaban los 140 mg de sodio por porción del alimento).

En promedio, los niños disponen diariamente de US \$ 0.55 para comprar alimentos en el kiosco del colegio; la cantidad de dinero fue similar en los escolares de ambas escuelas, sin diferencia significativa, tanto al inicio como al término del estudio. Respecto a las barreras que tenían los niños para comprar colaciones saludables, como el aroma, sabor, el alto precio y la baja oferta de los alimentos saludables al interior de los colegios, los niños del colegio intervenido tendieron a eliminar la barrera de la baja oferta de alimentos saludables con respecto al colegio sin kiosco saludable ($p < 0.0001$).

DISCUSIÓN

Entre los alimentos que los niños llevan a la escuela desde sus hogares, los datos obtenidos en este estudio muestran que hay una tendencia a preferir alimentos más saludables como fruta y yogur. Esto también fue demostrado en un estudio reciente sobre las colaciones que son habitualmente consumidas por los niños chilenos, que señala que un 35,6% de ellos llevaba fruta, un 34,1% refrescos azucarados, un 31,1% yogur y el 21,5% productos envasados dulces y empacados (4). Esta

tendencia también se puede observar en un estudio realizado a los padres de niños que asisten a escuelas públicas, donde el 47,6% expresó que sus hijos llevaban fruta de colación, y un 47,4% yogur, mientras que el 43,5% y el 36,2 % de los padres señalan que sus hijos llevaban jugo y productos dulces (14). Después de un año de intervención, los niños de la escuela con kiosco saludable llevaron menos snacks salados desde sus hogares y más cereales en relación al colegio sin kiosco saludable. Esto podría relacionarse con la modificación del ambiente al implementar un espacio y punto de venta saludable, tal como lo describen diversos estudios que señalan que la modificación de los entornos escolares son un factor a considerar en lo que respecta al consumo de alimentos (15-17).

La venta de alimentos de alto contenido de grasas, azúcar y sal al interior de los colegios es una realidad, incluso en escuelas promotoras de la salud, donde si bien es cierto, existen cafeterías que ofrecen alternativas saludables, éstas compiten con una gran oferta de productos de pastelería, alimentos envasados y refrescos azucarados (18). Una situación similar se observa en las escuelas EGO, en que los kioscos ofertan algunos alimentos saludables; sin embargo la gran mayoría de los alimentos son snacks dulces y salados, chocolates y refrescos con azúcar (8). Estos resultados coinciden con otros estudios, donde las preferencias en el momento de la compra en los puntos de venta de los colegios, son por alimentos con alto contenido de grasas, azúcares y sal (19,20).

Entre las barreras que los niños han manifestado para comer alimentos saludables y que aparecen en este y otros estudios, está la poca variedad y baja oferta de estos alimentos en los kioscos escolares (21).

Otros estudios demuestran que cuando existen políticas alimentarias que disminuyen la oferta de alimentos con alto contenido de grasa, azúcar y sal, disminuye la compra de alimentos no saludables (22,23). La implementación de estrategias de marketing y/o modificaciones en el precio pueden aumentar la compra de frutas, verduras y comida baja en grasa (24-26). Sin embargo, la evidencia disponible sugiere que los mayores beneficios en el consumo de los escolares de alimentos saludables se obtienen cuando se combinan múltiples estrategias para promover diversas opciones más saludables (23,27), lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

Nuestros resultados demuestran que la capacitación

y motivación de los concesionarios, junto con aumentar la variedad de snacks saludables de bajo aporte calórico a precios accesibles, acompañado de estrategias de comunicación y marketing, son elementos fundamentales para lograr motivar a los niños a preferir alimentos saludables en el momento de la compra. Actualmente en Chile, la Estrategia Global contra la Obesidad, apoyada por la alianza que se ha producido entre las universidades y las empresas de alimentos en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial, representan una gran oportunidad para contribuir a hacer más efectivas las intervenciones de promoción de estilos de vida saludable en las escuelas.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores desean agradecer a la Empresa Tresmontes Lucchetti, a la Corporación Municipal de Desarrollo Social de Macul y especialmente a los concesionarios de los kioscos del colegio Villa Macul, José Pardo, Ana María Carreño y Sara Doglas del colegio José Bernardo Suárez.

REFERENCIAS

1. Albala C, Vio F, Kain J, Uauy R. Nutrition transition in Chile: determinants and consequences. *Public Health Nutr* 2002; 5: 123-5.
2. http://www.junaeb.cl/mapa_nutricional. 2009.
3. Kain J, Olivares S, Castillo M, Vio F. Validación y aplicación de instrumentos para evaluar intervenciones educativas en obesidad de escolares. *Rev. Chil Pediatr* 2001; 72: 308-10.
4. Bustos N, Kain J, Leyton B, Olivares S, Vio F. Colaciones habitualmente consumidas por niños de escuelas municipalizadas: Motivaciones para su elección. *Rev. Chil Nutr* 2010; 37: 178:5.
5. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 57ª Asamblea Mundial de la Salud. WH57.17. Ginebra: OMS; 2004.
6. <http://www.ego-chile.cl/paginas/ego.htm>
7. <http://diario.latercera.com/2010/04/18/01/index.html>
8. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Tercer Informe. Evaluación externa de las acciones realizadas en las EGO-escuelas para el Ministerio de Salud. Santiago, enero 2010.
9. Kain J, Concha F, Gabriela S et al. Prevención de obesidad en preescolares y escolares de Escuelas Municipales de una Comuna de Santiago de Chile: proyecto

- piloto 2006. Arch. Latinoam Nutr. jun. 2009; 59 (2): 139-7.
10. http://juridico1.minsal.cl/977_de_1996.doc
 11. Olivares S, Kain J, Lera L, Pizarro F, Vio F, Morón C. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. Eur J Clin Nutr 2004; 58: 1278-7.
 12. STATA. Stata 10. Stata Corporation. College Station, USA; 2004.
 13. SAS. SAS Institute Inc. (2002), SAS/STAT Software: user's guide, Release 9.2. Cary, NC: SAS Institute, Inc.
 14. Bustos N, Concha F, Kain J, Vio F. Colaciones que identifican los padres de niños de colegios municipales de la comuna de Macul. XXVIII Jornadas Chilenas de Salud Pública Chile, Santiago, 15-16 de Octubre, año 2009, Santiago de Chile.
 15. French S, Howell Wechsler School-based research and initiatives: fruit and vegetable environment, policy, and pricing workshop. American Journal of Preventive Medicine 2004; 39 (2) :101-6.
 16. Ronette R. Briefel, Mary Kay Crepinsek, Charlotte Cabili, Ander Wilson, Philip M. Gleason School Food Environments and Practices Affect Dietary Behaviors of US Public School Children. Journal of the American Dietetic Association 2009; 109; (1): 91-16.
 17. Van der Horst K, Timperio A, Crawford D, Roberts R, Brug J, Oenema A. The School Food Environment: Associations with Adolescent Soft Drink and Snack Consumption. American Journal of Preventive Medicine 2008; 35: 217-6.
 18. <http://ped.sagepub.com/content/16/3/96>
 19. Snelling AM, Korba C, Burkey A. The national school lunch and competitive food offerings and purchasing behaviors of high school students. J Sch Health. 2007; 77: 701-4.
 20. Neumark-Sztainer D, French S, Hannan P, Story M, Fulkerson J. School lunch and snacking patterns among high school students: Associations with school food environment and policies. Int J Behav Nutr Phys Act. 2005; 2: 14.
 21. Olivares S, Bustos N, Moreno X, Lera M, Cortez S, Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres en Santiago, Chile. Rev Chil Nutr 2006; 33:170-9.
 22. KW Cullen, I Zakeri. Fruits, vegetables, milk, and sweetened beverages consumption and access to a la carte/snack bar meals at school. Am J Public Health, 2004; 94: 463 – 4.
 23. French S, Story M, Fulkerson J, Hannan P. An Environmental Intervention to Promote Lower-Fat Food Choices in Secondary Schools: Outcomes of the TACOS Study. Am J Public Health. 2004; 94:1507–5.
 24. French S, Jeffery R, Story M, Breitlow K, Baxter J, Hannan P et al. Pricing and Promotion Effects on Low-Fat Vending Snack Purchases: The CHIPS Study. Am J Public Health. 2001;91:112–5.
 25. McDermott L, Stead M, Hastings G. A marketing strategy to review the effects of food promotion to children. In: G Hastings. Social Marketing. Why should the devil have all the best tunes? London: Elsevier Ltd.; 2007.
 26. Kotler Ph, Lee N. Social marketing. Influencing behaviors for good. 3rd edition. California: Sage Publications; 2008.
 27. Cullen KW, Thompson DI. Texas school food policy changes related to middle school a la carte/snack bar foods: potential savings in kilocalories. J Am Diet Assoc. 2005; 105:1952–2

Recibido: 20-08-2010
Aceptado: 06-06-2011

Conocimientos nutricionales y frecuencia de consumo de alimentos: un estudio de caso

Adriana Gámbaro, Laura Raggio, Cecilia Dauber, Ana Claudia Ellis, Zenia Toribio.

Departamento de Alimentos, Facultad de Química,
Universidad de la República (UDELAR). Uruguay.

RESUMEN. El presente estudio investiga los conocimientos nutricionales de una muestra de la población de consumidores en Uruguay y su frecuencia de consumo de alimentos. 270 individuos completaron una adaptación local del General Nutrition Knowledge Questionnaire de Parmenter & Wardle y contestaron una encuesta sobre su frecuencia de consumo de 39 grupos de alimentos. Por medio de un Análisis de Conglomerados se identificaron 2 grupos de participantes con diferente nivel de conocimientos nutricionales: el clúster 1 (n = 177) y el clúster 2 (n = 93), quienes proporcionaron un valor promedio de 73.6% y 52.9% de respuestas correctas, respectivamente. Los grupos se diferenciaron en forma significativa ($p \leq 0.05$) en su distribución por edad y nivel de educación, estando el clúster 1 compuesto principalmente por adultos mayores y con mayor nivel de estudios. Algunas áreas del conocimiento fueron extremadamente pobres, como ser el conocimiento sobre el número de porciones de frutas y verduras que se deberían consumir por día y el aporte calórico de los distintos nutrientes. En términos generales, los conocimientos nutricionales influyeron positivamente en la frecuencia de consumo de alimentos, dado que la población que presentó mayores conocimientos nutricionales declaró un mayor consumo de frutas y verduras y de alimentos de bajo tenor graso y un menor consumo de alimentos con alto contenido de grasas y azúcares.

Palabras clave: Conocimientos nutricionales, frecuencia de consumo de alimentos, Análisis de Conglomerados

SUMMARY. Nutritional knowledge and consumption frequency of foods – a case study. The relationship between nutritional knowledge and the consumption frequency of preferred food-types was studied among one sample of Uruguayan consumers. A locally-adapted version of Parmenter & Wardle's General Nutrition Knowledge Questionnaire and a food consumption survey based on 39 food groups were completed by a total of 270 participants. Cluster Analysis enabled the identification of two clusters showing different levels of nutritional knowledge —cluster 1 (n = 177) and cluster 2 (n = 93), providing an average of 73.6% and 52.9% of correct answers, respectively. These clusters differed significantly ($p \leq 0.05$) in age and educational distribution —cluster 1 was composed mainly by older adults and persons with a higher educational level. A number of areas were identified where nutritional knowledge was extremely poor, as was the case with the recommended daily fruit and vegetable intake and the caloric content of the nutrients. Overall, nutritional knowledge was found to have a positive influence on food preferences and consumption frequency, those participants with a higher nutritional knowledge reporting a higher consumption of fruits, vegetables and low-fat products, in addition to a lower consumption of high-fat and high-sugar foods.

Key words: Nutritional knowledge, consumption frequency of food, Cluster Analysis

INTRODUCCIÓN

Una de las principales metas de las políticas de salud pública que los países necesitan alcanzar en los próximos años es combatir el riesgo de prevalencia de enfermedades relacionadas con la nutrición como obesidad, diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares y cáncer (1). Un modo de alcanzar esta meta es incrementar los conocimientos nutricionales de la población, asumiendo que la exposición de un individuo a la información nutricional, redundará en

cambios en su actitud y en una mejora en su comportamiento alimentario (2).

A pesar de las amplias campañas de educación nutricional que se han llevado a cabo en muchos países occidentales durante las últimas décadas, todavía hay una brecha entre las recomendaciones dietéticas y la calidad de la dieta (3-6).

Diversos autores han estudiado la influencia de los conocimientos nutricionales en el comportamiento alimentario de los individuos (7-9). Varios estudios han reportado, por ejemplo, que mayores conocimientos

nutricionales son asociados con mayores ingestas de frutas y vegetales (8-9). Sin embargo, otros autores han señalado que la influencia de los conocimientos nutricionales en la preferencia y selección de alimentos es pequeña (10-11).

La creciente incidencia de enfermedades crónicas en los uruguayos podría ser parcialmente atribuible a los malos hábitos alimentarios. En el Uruguay, los problemas nutricionales tienen características similares al resto de los países de Latino América. Si bien dominan el panorama los problemas nutricionales por exceso, tales como el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta (enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer, diabetes, osteoporosis, etc.), de muy alta prevalencia en la población, los mismos coexisten con problemas nutricionales deficitarios, tales como la desnutrición energético-proteica y deficiencias de micronutrientes (12-13).

El patrón alimentario de los uruguayos se caracteriza por el elevado consumo de alimentos con alta densidad energética, con una alimentación rica en grasas saturadas y azúcares simples, y pobre en fibra. El 93% come menos de las porciones recomendadas de frutas y hortalizas por día. También se destaca el consumo de sal por encima de la meta para la población, el bajo consumo de lácteos y un consumo de pescado de 8 g/día cuando la recomendación internacional es de un promedio equivalente a 40 g/día (14-15).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los conocimientos nutricionales de una muestra por conveniencia de la población uruguaya y su frecuencia de consumo de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

Se seleccionó una muestra de conveniencia de 270 individuos de edades entre 18 y 60 años, de la ciudad de Montevideo, capital de la República Oriental del Uruguay. La edad de 60 años fue utilizada como la edad límite para su inclusión en el estudio porque la ingesta alimentaria de los ancianos, así como los factores que influyen en su consumo de alimentos, difiere de los adultos (16). Los consumidores fueron reclutados en el campus de la Universidad y en lugares públicos, en función de su interés y disponibilidad para participar en el estudio. Teniendo en cuenta los lugares donde las personas fueron reclutadas, podría conside-

rarse que pertenecen a un nivel socio-económico medio y medio-alto.

Los participantes recibieron los cuestionarios y se les pidió que los llenaran por sí mismos con el fin de reducir al mínimo la influencia del encuestador. Al comienzo, los participantes completaron un cuestionario sobre las siguientes variables socio-demográficas de interés:

- sexo
- edad, subdividido en los siguientes grupos: jóvenes (de 18 a 30 años), adultos (de 31 a 45 años) y mayores (de 46 años y más)
- nivel de educación más alto alcanzado, subdividido en los siguientes grupos: nivel 1 (escuela secundaria o menos), nivel 2 (universidad incompleta o carreras técnicas) y nivel 3 (graduados universitarios)
- estado civil, clasificada como "vivir con una pareja" u "otras condiciones de vida"
- número de personas en el hogar
- número de niños en el hogar.

Cuestionario sobre conocimientos nutricionales (CN)

El cuestionario sobre conocimientos nutricionales usado en este estudio fue el General Nutrition Knowledge Questionnaire originalmente diseñado y validado por Parmenter & Wardle (17). La versión original fue traducida al español y se realizaron adaptaciones locales de acuerdo a los hábitos de consumo de la población uruguaya.

La encuesta estuvo compuesta por 37 preguntas, conformadas por 106 ítems y divididas en 4 secciones: (i) recomendaciones nutricionales (11 ítems); (ii) contenido de nutrientes de diversos alimentos (66 ítems); (iii) selección de alimentos (6 ítems) y (iv) enfermedades o problemas de salud relacionado con la alimentación (23 ítems). Para analizar las respuestas de los participantes, se le asignó 1 punto a cada respuesta correcta. Se calculó el puntaje total y el puntaje de cada una de las 4 secciones. El puntaje máximo total de CN que se podía alcanzar fue de 106.

Frecuencia de consumo de alimentos.

Para evaluar la frecuencia de consumo de alimentos de los participantes, se les presentó un cuestionario conformado por 39 ítems, adaptado de Mataix & Serra, 2009 (18). Cada ítem correspondió a un tipo o

grupo de alimento habituales para la población uruguaya: frutas frescas, verduras (verdes, amarillas o naranjas), otras verduras, leguminosas, tubérculos, leche descremada, leche entera, manteca, margarina, queso de untar, queso magro, quesos frescos, quesos duros, yogur, yogur light, carne roja, fiambres, carne de pollo, pescados, pan blanco, galletas, arroz blanco, cereales integrales, alimentos grasos, huevos, pastas, dulces y mermeladas, mermeladas diet, alimentos dulces, chocolates, snacks, café, té, mate, gaseosas, gaseosas light, vino, cerveza y otras bebidas alcohólicas.

Los participantes tuvieron que indicar el número de veces que consumen cada tipo de alimento usando una de las siguientes categorías: n° de veces al día, n° de veces a la semana, n° de veces al mes, menos de 1 vez al mes, nunca.

Se calculó para cada consumidor el número de veces que consume cada tipo de alimento por mes de la siguiente manera: multiplicando por 30 el número de veces que el consumidor declaró consumir un tipo de alimento en el día y multiplicando por 4 si el consumidor declaró consumir un tipo de alimento en la semana. En el caso de que el consumidor declarara que consume un tipo de alimento menos de 1 vez al mes, el número considerado fue cero.

Análisis de datos.

Los conocimientos nutricionales fueron dicotomizados como una variable 0/1 (respuesta incorrecta y respuesta correcta respectivamente). Para poder identificar grupos de consumidores con diferente nivel de conocimientos nutricionales, se realizó un Análisis de Conglomerados Jerárquico sobre las variables 0/1, empleando distancias de Manhattan y método de aglomeración por enlace medio.

La existencia de diferencias entre el número de CN correctos de cada clúster y la existencia de diferencias entre la distribución por edad, sexo, nivel de educación, situación de vida, n° de personas en el hogar y n° de niños en el hogar de cada cluster se evaluó con el test estadístico χ^2 (chi cuadrado).

Sobre los datos de frecuencia de consumo de alimentos se calculó la media del consumo mensual de cada ítem, para la muestra entera y para cada clúster y se realizó un Análisis de Varianza no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis) usando “clúster” como factor de variación. Esta prueba permitió comparar la esperanza de las 2 distribuciones sin necesidad de re-

alizar el supuesto de que los términos de error se distribuyen normalmente. Se consideró diferencia significativa para $p < 0.05$.

Para los análisis se utilizó el software XL-Stat 2009 (Addinsoft, NY, USA).

RESULTADOS

La edad promedio de los individuos encuestados fue de 37.3 años (desviación estándar 13.1). En la Tabla 1 se pueden observar las características de la población encuestada.

Como se observa en la Tabla 2, los participantes mostraron un buen nivel de conocimientos nutricionales, contestando correctamente en promedio el 66.1% de las preguntas. Los CN del presente estudio fueron más altos para la sección III (“Selección de alimentos”, 73.2%) y más bajos para la sección IV (“Enfermedades o problemas de salud relacionado con la alimentación”, 61.9%).

Usando un Análisis de Conglomerados, se identificaron dos grupos de participantes: el clúster 1 integrado por 177 individuos y el clúster 2 integrado por 93 individuos. Se encontró diferencia significativa entre el número de respuestas correctas de los dos grupos en 79 de los 106 ítems. Los participantes del clúster 1 mostraron el más alto nivel de conocimientos nutricionales (en promedio, 73.6% de respuestas correctas), mientras que los participantes del clúster 2 mostraron el más bajo, contestando correctamente sólo el 52.9% de las preguntas. Ambos grupos presentaron menor nivel de conocimientos en la sección “Enfermedades o problemas de salud relacionado con la alimentación” (68,1% y 50% de respuestas correctas respectivamente) y un mayor nivel de conocimientos en la sección “Selección de alimentos” (Tabla 2).

Como se observa en la Tabla 1, los grupos se diferenciaron significativamente en su distribución por edad y nivel de educación. El clúster 2 estuvo compuesto principalmente por gente joven (48.4%), con un promedio de edad de 34.2 años y estuvo integrado por un mayor porcentaje de individuos con menor nivel de educación (24.7%). El promedio de edad de los participantes del clúster 1 (39.0 años) fue significativamente más alto que el del clúster 2 y estuvo compuesto principalmente por gente mayor (35.0%) y por individuos con mayor nivel de estudios (45.8% de graduados universitarios).

TABLA 1
Características de la población encuestada.

| Variable | Total (n = 270) | Cluster 1 (n=177) | Cluster 2 (n = 93) | χ^2 |
|--|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Edad | | | | 7.169* |
| Jóvenes (< 30 años) | 38.2% | 32.8% | 48.4% | |
| Adultos (30 a 45 años) | 31.1% | 32.2% | 29% | |
| Mayores (> 45 años) | 30.7% | 35.0% | 22.6% | |
| Sexo | | | | 0.896 ^{ns} |
| Mujeres | 69.3% | 71.2% | 65.6% | |
| Hombres | 30.7% | 28.8% | 34.4% | |
| Nivel de educación | | | | 6.230* |
| Nivel 1 (escuela secundaria o menos) | 18.9% | 15.8% | 24.7% | |
| Nivel 2 (universidad incomplete o carreras técnicas) | 40.4% | 38.4 % | 44.1% | |
| Nivel 3 (graduados universitarios) | 40.7% | 45.8% | 31.2% | |
| Estado civil | | | | 1.519 ^{ns} |
| Viviendo en pareja (casado, unión libre) | 49.3% | 52.0% | 44.1% | |
| Otras situaciones (soltero, viudo, divorciado) | 50.7% | 48.0% | 55.9% | |
| Número de personas en el hogar | | | | 7.040 ^{ns} |
| 1 | 9.2% | 7.3% | 12.9% | |
| 2 | 23.0% | 20.3% | 28.0% | |
| 3-4 | 50.4% | 55.9% | 39.8% | |
| 5 o más | 17.4% | 16.4% | 19.4% | |
| Número de niños en el hogar | | | | 0.380 ^{ns} |
| 0 | 75.2% | 74.0% | 77.4% | |
| 1 o más | 24.8% | 26.0% | 22.6% | |

(*) diferencia significativa ($p < 0.05$)

(^{ns}) no existe diferencia significativa ($p > 0.05$)

TABLA 2
Porcentaje de respuestas correctas en la población total y en cada grupo.

| Sección del cuestionario sobre Conocimientos Nutricionales | Población total | Cluster 1 (n = 177) | Cluster 2 (n= 93) |
|---|--------------------|------------------------|----------------------|
| Recomendaciones nutricionales | 67.6% | 72.7% | 57.9% |
| Contenido de nutrientes de diversos alimentos | 66.7% | 74.7% | 51.6% |
| Selección de alimentos | 73.2% | 77.1% | 65.8% |
| Enfermedades o problemas de salud relacionado con la alimentación | 61.9% | 68.1% | 50.0% |
| Total (100%) | 66.1% | 73.2% | 52.7% |

Algunas áreas del conocimiento fueron muy pobres. Si bien la mayor parte de la población encuestada conocía las recomendaciones sobre una mayor ingesta de frutas y de vegetales y fueron capaces de relacionar problemas de salud con el bajo consumo de estos ali-

mentos, se evidenció el desconocimiento del número de porciones de frutas y verduras que se deberían consumir diariamente. Solamente el 32% de los integrantes del clúster 1 y el 25% de los del clúster 2 conocían las recomendaciones de consumir al menos 5 porcio-

nes de frutas y verduras al día. Se evidenció también un desconocimiento importante en toda la población encuestada sobre el aporte energético de los distintos nutrientes ya que solamente el 57.6% de la individuos del clúster 1 y el 23.7% de los del clúster 2 pudieron identificar a los lípidos como los nutrientes que aportan más calorías.

Otra área de desconocimiento detectada fue sobre el concepto de “fibra alimentaria”. Si bien la mayor parte de la población encuestada conocía la recomendación de consumir mayor cantidad de alimentos ricos en fibra, conocía la relación entre el bajo consumo de fibra y algunas enfermedades y fue capaz de identificar correctamente alimentos que aportan fibra (como las frutas y verduras), llama la atención el alto porcentaje de integrantes del clúster 2 que consideró a la carne roja, al pollo y al pescado como alimentos con alto contenido de fibra (78, 73 y 91% respectivamente) mostrando un concepto totalmente erróneo sobre este nutriente.

La mayor parte de la población encuestada fue capaz de relacionar al alto consumo de grasas con problemas de salud y conocía las recomendaciones sobre una menor ingesta de alimentos grasos. El 92.7% de los integrantes del clúster 1 y el 82.8% de los integrantes del clúster 2 identificaron correctamente que una forma de prevenir enfermedades cardiovasculares es por medio de la disminución del consumo de grasas saturada, pero menos del 53% de los integrantes del clúster 2 pudieron identificar a la leche entera como alimento alto en grasa saturada y al pescado como bajo en la misma. Además solamente el 61% de los integrantes del clúster 1 y el 24.4% de los integrantes del clúster 2 pudieron indicar correctamente cuál es el tipo del grasa de la cual se debería reducir el consumo y solamente el 67.5% de los participantes del clúster 1 y el 35.6% del clúster 2 pudieron identificar a la carne roja como fuente de grasas saturadas. También menos del 50% de los integrantes del clúster 2 pudieron identificar a las galletitas y la margarina como alimentos altos en grasas trans.

Respecto a los conocimientos nutricionales sobre aceites, solamente un 35.8% y un 17.8% de los participantes del clúster 1 y del clúster 2 respectivamente pudieron identificar a los aceites vegetales como bajos en grasas saturadas. Al preguntarle por el aceite de oliva, el 86.2% de los participantes del clúster 1 y el 60.0% del clúster 2 pudo identificar a este aceite en

particular como bajo en grasas saturadas, lo que evidencia una imagen más saludable del mismo, comparado con los otros aceites vegetales.

El clúster 2 presentó varios desconocimientos relacionados con la carne roja, base de la dieta de los uruguayos, como ser las recomendaciones de disminuir su ingesta y en su mayoría no fueron capaces de identificar alternativas saludables a su consumo.

Respecto al consumo de sal, un alto porcentaje de la población encuestada conocía las recomendaciones sobre reducir el consumo de sal (89,8 % en el clúster 1 y 73,1 en el clúster 2) y fueron capaces de relacionar el alto consumo de sal con problemas de salud como las enfermedades cardiovasculares. A pesar de ello no conocían el contenido de sal de alimentos de consumo habitual como el pan (solamente el 50% del clúster 1 y del clúster 2 lo consideró como con alto contenido de sal) y las arvejas enlatadas (solamente el 60,5% en el clúster 1 y el 40,9% en el clúster 2 lo consideró como con alto contenido de sal).

Se destaca también el vínculo realizado por toda población estudiada entre aditivos alimentarios que no gozan de “buena fama” como los conservantes, con las enfermedades cardiovasculares.

Frecuencia de consumo de alimentos

En la Tabla 3 se observa la media del nº de veces que la población total y que cada clúster declaró consumir cada tipo de alimentos al mes. La media de consumo total de frutas y verduras de la población encuestada por día fue de 3.5 (3.8 en el clúster 1 y 2.9 en el clúster 2), no alcanzando en ninguno de los dos grupos el mínimo de 5 porciones recomendadas.

El consumo de carnes rojas, pollo y fiambres es diario, similar en los dos grupos y coherente con los hábitos de consumo de los uruguayos, cuya alimentación está basada en estos tipos de carnes. Se destaca el bajísimo consumo de pescado y de leguminosas de toda la población (3 veces en promedio en el mes), observando que la frecuencia de consumo de carne roja es cuatro veces mayor que la de pescado y la de legumbres.

Por medio de la Prueba de Kruskal-Wallis utilizando “clúster” como factor de variación, se determinaron 16 grupos de alimentos, en los que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre la frecuencia de consumo de ambos clústers: frutas, verduras (verdes, amarillas o naranjas), otras verduras, leche descremada, leche entera, manteca, yogur, yogur light,

TABLA 3

Media de la frecuencia de consumo mensual de cada grupo de alimentos para la población total y para cada cluster. El nivel de significación corresponde a la Prueba de Kruskal-Wallis realizada utilizando “cluster” como factor de variación.

| Grupo de alimento | Población total | Cluster 1 (n = 177) | Cluster 2 (n= 93) | Nivel de significación |
|---------------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Frutas | 51 | 55.2 ^a | 43.1 ^b | 0.0340 |
| Verduras verdes, amarillas o naranjas | 27 | 30.1 ^a | 21.8 ^b | 0.0006 |
| Otras verduras | 26 | 28.6 ^a | 20.8 ^b | <0.0001 |
| Leguminosas | 3 | 3.0 ^a | 4.0 ^a | 0.2197 |
| Tuberculos | 10 | 9.4 ^a | 10.7 ^a | 0.1916 |
| Leche descremada | 24 | 27.5 ^a | 16.6 ^b | 0.0086 |
| Leche entera | 18 | 15.4 ^b | 21.6 ^a | 0.0317 |
| Manteca | 8 | 7.4 ^b | 10.6 ^a | 0.0030 |
| Margarina | 3 | 2.8 ^a | 4.1 ^a | 0.1176 |
| Queso de untar | 8 | 6.8 ^a | 9.6 ^a | 0.1251 |
| Queso magro | 8 | 9.1 ^a | 5.5 ^a | 0.1317 |
| Queso fresco | 13 | 13.3 ^a | 13.3 ^a | 0.6897 |
| Queso duro | 9 | 10.5 ^a | 7.6 ^a | 0.3182 |
| Yogur | 7 | 6.2 ^b | 8.0 ^a | 0.0248 |
| Yogur light | 7 | 8.2 ^a | 4.9 ^b | 0.0327 |
| Carne roja | 13 | 12.1 ^a | 13.9 ^a | 0.5442 |
| Fiambres | 11 | 10.3 ^b | 13.6 ^a | 0.0166 |
| Carne de pollo | 9 | 9.0 ^a | 8.4 ^a | 0.8449 |
| Pescados | 3 | 3.6 ^a | 2.9 ^a | 0.2145 |
| Pan blanco | 23 | 22.8 ^a | 22.2 ^a | 0.9323 |
| Galletitas | 16 | 16.0 ^a | 16.5 ^a | 0.3724 |
| Arroz blanco | 9 | 8.9 ^a | 8.7 ^a | 0.3476 |
| Cereales integrales | 13 | 14.4 ^a | 11.2 ^b | 0.0368 |
| Alimentos grasos | 8 | 6.8 ^b | 10.0 ^a | 0.0010 |
| Huevos | 10 | 10.0 ^a | 9.6 ^a | 0.5543 |
| Pastas | 8 | 7.6 ^a | 8.0 ^a | 0.5442 |
| Dulces y mermeladas | 12 | 11.8 ^a | 12.9 ^a | 0.1861 |
| Mermeladas light | 5 | 6.4 ^a | 3.8 ^a | 0.1263 |
| Alimentos dulces | 11 | 8.9 ^b | 16.3 ^a | 0.0016 |
| Chocolate | 5 | 4.4 ^b | 6.4 ^a | 0.0072 |
| Snacks | 4 | 3.1 ^b | 5.7 ^a | 0.0054 |
| Café | 35 | 37.0 ^a | 31.4 ^a | 0.5296 |
| Té | 15 | 15.6 ^a | 14.9 ^a | 0.7348 |
| Mate | 25 | 24.4 ^a | 24.9 ^a | 0.9109 |
| Gaseosas | 10 | 8.4 ^b | 12.5 ^a | 0.0013 |
| Gaseosas light | 8 | 9.6 ^a | 4.6 ^b | 0.0095 |
| Vino | 3 | 3.6 ^a | 3.2 ^a | 0.7722 |
| Cerveza | 2 | 2.2 ^a | 2.7 ^a | 0.1372 |
| Otras bebidas alcoholicas | 2 | 1.7 ^a | 1.7 ^a | 0.5953 |

Promedios con diferente superíndice en una fila indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

fiambres, cereales integrales, alimentos grasos, alimentos dulces, chocolate, snacks, gaseosas y gaseosas light.

En el clúster 1 (con mayores conocimientos nutricionales) se encontró un mayor consumo de frutas y verduras, leche descremada, yogur light, cereales integrales y de gaseosas light, mientras que en el clúster 2 (con menores conocimientos nutricionales) se encontró un mayor consumo de leche entera, manteca, yogur, fiambres, alimentos grasos, alimentos dulces, chocolates, snacks y gaseosas.

DISCUSIÓN

El nivel promedio de conocimientos nutricionales de la población encuestada fue más alto que el reportado en otros estudios (9, 17, 19-21). Esto puede ser explicado porque, al haber trabajado con una muestra de conveniencia, los participantes presentaron un alto nivel de educación (81.1% con nivel de educación superior). Los porcentajes de respuestas correctas más altos para la sección III (“Selección de alimentos”) y más bajos para la sección IV (“Enfermedades o problemas de salud relacionado con la alimentación”) son consistentes con los de De Vriendt et al. (21), los que sugieren que las preguntas incluidas en la parte IV del cuestionario no reflejan los conocimientos reales sobre las enfermedades relacionadas con la alimentación.

Las áreas del conocimiento en las que toda la población encuestada evidenció bajos conocimientos nutricionales fueron las porciones de frutas y verduras que se deberían consumir por día, el tipo de grasa de la cual hay que reducir el consumo, el contenido de grasa, de almidones, de sal, de fibra y de grasas trans de algunos alimentos, las recomendaciones sobre el consumo de lácteos descremados y cuál es el grupo de nutrientes que aporta más calorías. Estos resultados podrían explicar en parte el patrón alimentario que caracteriza a la población uruguaya (12-15). La ingesta de frutas y verduras por debajo de las recomendaciones se podría relacionar con la falta de conocimientos sobre el número de porciones recomendadas de estos alimentos, lo que podría ser atribuido al hecho de que en Uruguay no se han realizado campañas públicas sostenibles para promover la ingesta de estos alimentos. El elevado consumo de alimentos con alta densidad energética, con una alimentación rica en grasas saturadas y azúcares simples, y pobre en fibra que caracteriza a nuestra población, se podría atribuir en pri-

mer lugar al desconocimiento sobre cuál es el tipo de grasa de la cual hay que reducir el consumo y sobre los tipos de grasas presentes en los alimentos de consumo habitual y en segundo lugar al concepto erróneo sobre el concepto de fibra. También se podría explicar el alto consumo de sal de la población uruguaya por el desconocimiento sobre el contenido de este nutriente en los alimentos de consumo habitual.

Por medio del Análisis de Conglomerados se identificaron dos grupos de participantes con diferente nivel de conocimientos nutricionales, los que se diferenciaron significativamente en su distribución por edad y nivel de educación. La asociación entre CN y nivel de educación observada en este estudio fue también encontrada por De Vriendt et al. (21) en mujeres Belgas, por Dallongeville et al. (22) en hombres del norte de Francia y por Wardle et al. (9) en hombres y en mujeres. La asociación con la edad fue también informada por De Vriendt et al. (21) y por Parmenter et al. (23).

Si consideramos que un alto porcentaje de la población encuestada tenía estudios terciarios, podemos asumir que en una población con menor nivel de estudios se encontrarían aún menores conocimientos nutricionales. Las asociaciones observadas muestran la necesidad de brindar educación nutricional principalmente a la gente joven y a los individuos con menor nivel de educación.

Respecto a los resultados del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, si bien no se alcanzó en ninguno de los dos grupos el mínimo recomendado de 5 porciones de frutas y verduras, en el clúster 1 hay una ingesta significativamente mayor de estos alimentos ($p \leq 0.05$). Estos resultados son consistentes con los encontrados por De Vriendt et al. (21) y por Wardle et al. (9) y confirman la influencia positiva de los conocimientos nutricionales en la ingesta de frutas y vegetales. Se observa además que los conocimientos nutricionales influyeron en el consumo de alimentos con elevados contenidos de azúcar, de grasas y de fibra.

Los conocimientos nutricionales no influyeron en el consumo de carnes rojas, demostrando lo arraigado que está este alimento en la población uruguaya, aunque sí se observó un menor consumo de fiambres en la población con mayores CN.

Sería importante en un futuro, volver a repetir este estudio, obteniendo también información no solo de la frecuencia de consumo, sino de las cantidades inge-

ridas de cada uno de los grupos de alimentos básicos.

El conocimiento de los alimentos, de sus propiedades nutricionales y de las recomendaciones sobre frecuencia de consumo y porciones a ingerir deben de ser tópicos indispensables y conexos en los programas de educación nutricional así como en las oportunidades de realizar educación nutricional incidental a lo largo de la vida de los individuos.

REFERENCIAS

- Clugston, G.A.; Smith, T.E. (2002) Global nutrition problems and novel foods. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11: S100-S111
- Verbeke, W. (2008) Impact of communication on consumers' food choices. *Proc Nutr Soc*, 67: 281-288
- Wardle, J.; Steptoe, A. (1991) The European health and behaviour survey: rationale, methods and initial results from the United Kingdom. *Soc Sci Med*, 33: 925-936
- Steptoe, A.; Wardle, J. (1992) Cognitive predictors of health behaviour in contrasting regions of Europe. *BJCP*, 31: 485-502
- Wardle, J.; Steptoe, A.; Bellisle, F.; Davou, B.; Reschke, K.; Lappalainen, R.; Fredrikson, M. (1997) Healthy dietary practices among European students. *Health & Psychol*, 16: 1-9
- Rozin, P.; Fischler, C.; Imada, S.; Sarubin, A.; Wrzesniewski, A. (1999) Attitudes to food and the role of food in life in U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: Possible implications for the diet health debate. *Appetite*, 33: 163-180
- Harnack, L.; Block, G.; Subar, A.; Lane, S.; Brand, R. (1997) Association of cancer prevention-related nutrition knowledge, beliefs, and attitudes to cancer prevention dietary behaviour. *ADA/J*, 97: 957-965
- Patterson, R.; Kristal, A.; Lynch, J.; White, E. (1995) Diet-cancer related beliefs, knowledge, norms and their relationship to healthful diets. *J Nutr Educ*, 27(2): 86-92
- Wardle, J.; Parmenter, K.; Waller, J. (2000) Nutrition knowledge and food intake. *Appetite*, 34: 269-275
- Räsänen, M.; Niinikoski, H.; Keskinen, S.; Helenius, H.; Talvia, S.; Rönnemaa, T. (2003) Prenatal nutrition knowledge and nutrient intake in an atherosclerosis preventions project: the impact of child-targeted nutrition counselling. *Appetite*, 41: 69-77
- Shepherd, R. (1992) Application of social psychological models to fat intake. In: D.J. mela (Ed.). *Dietary fats: Determinants of preference, selection and consumption* (pp. 9-25). London: Elsevier
- M.S.P. Ministerio de Salud Pública. Programa Nacional de Nutrición. (2005) Manual para la promoción de prácticas saludables de alimentación en la población uruguaya. Uruguay. URL disponible en <http://www.msp.gub.uy/uc123>
- Toribio, Z. (2010) Enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición. Las tres edades. *Tendencias en Medicina Uruguay*, 36:115-122
- M.S.P. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de Salud. División Epidemiología. (2006) Primera Encuesta Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas No Transmisibles. Uruguay. URL disponible en http://www.msp.gub.uy/ucepidepiologia_2894_1.html
- Bove, M.; Cerruti, F. (2008) Los alimentos y las bebidas en los hogares. Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares 2005-2006. Instituto Nacional de Estadística. Montevideo, Uruguay. URL disponible en: [http://www.ine.gub.uy/biblioteca/engih2006/Losalimentosylasbebidasenloshogares\(versionfinal\).pdf](http://www.ine.gub.uy/biblioteca/engih2006/Losalimentosylasbebidasenloshogares(versionfinal).pdf)
- Posner, B.M.; Jette, A.M.; Smith, K.W.; Miller, D.R. (1993) Nutrition and health risks in the elderly: the Nutrition Screening Initiative. *Am. J. Public Health*, 83: 972-978
- Parmenter, K.; Wardle, J. (1999). Development of a general Nutrition Knowledge Questionnaire for adults. *Eur J Clin Nutr*, 53: 293-303
- Mataix Verdú, J.; Serra Majem, L. (2009) Valoración del estado nutricional. En: Mataix Verdú, J. (Ed.). *Tratado de Nutrición y Alimentación* (pp 982-983) Barcelona: Editorial Océano
- McPherson, K.E.; Dunkeld Turnbull, J. (2000) An exploration of nutritional knowledge in a sample of Scottish men of low socio-economic status. *Nutrition*, 25: 353-327
- Ares, G.; Giménez, A.; Gámbaro, A. (2008) Influence of nutritional knowledge on perceived healthiness and willingness to try functional foods. *Appetite*, 51: 663-668
- De Vriendt, t.; Matthys, C.; Verbeke, W. ; Pynaert, I. ; De Henauw, S. (2009) Determinants of nutrition knowledge in young and middle-aged Belgian women and the association with dietary behaviour. *Appetite*, 52: 788-792
- Crites, S.L.; Aikman, S.N. (2005) Impact of nutrition knowledge on food evaluations. *Eur J Clin Nutr*, 59: 1191-1200
- Dallongeville, J., Mare' caux, N., Cottel, D., Bingham, A., & Amouyel, P. (2001). Association between nutrition knowledge and nutritional intake in middle-aged men from Northern France. *APHA/J*, 4: 27-33
- Parmenter, K.; Waller, J.; Wardle, J. (2000) Demographic variation in nutrition knowledge in England. *Health Educ Res*, 15: 163-174

Recibido: 03-05-2011

Aceptado: 14-07-2011

Disponibilidad potencial *in vitro* de hierro y zinc en una dieta infantil con pan fortificado con distintas fuentes de hierro o con agregado de promotores de la absorción.

María J Binaghi, Carolina E Cagnasso, Nestor R Pellegrino, Silvina R Drago, Rolando González, Patricia A Ronayne, Mirta E Valencia.

Cátedra de Bromatología. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UBA.

Instituto de Tecnología Alimentaria. Universidad Nacional del Litoral. Buenos Aires. Argentina

RESUMEN. Los alimentos complementarios más utilizados son las dietas caseras. En el presente trabajo se evaluó la disponibilidad de hierro y zinc en una dieta infantil de consumo habitual conteniendo pan fortificado con diferentes fuentes de hierro: sulfato ferroso, bisglicinato ferroso, NaFeEDTA. También se utilizó pan sin fortificar con agregado de ácido ascórbico, citrato de sodio o Na₂EDTA como promotores de la absorción, combinada con diversas bebidas. La dieta (papa, zapallo, sémola, pan y manzana) se combinó con agua, leche, té, bebida cola y bebida artificial a base de naranja. La dializabilidad (D) mineral, como indicador de la disponibilidad potencial fue determinada utilizando un método *in vitro*. El análisis estadístico se realizó utilizando ANOVA, con test de Tukey *a posteriori*.

No hubo diferencias significativas en la DFe entre las dietas del pan fortificado con sulfato o bisglicinato; con el NaFeEDTA aumentó significativamente ($p < 0,05$). El aumento de la DFe fue mayor en las dietas que tenían panes con promotores que en las que tenían panes fortificados. La bebida a base de naranja aumentó la DFe, mientras que el té y la leche la disminuyeron significativamente ($p < 0,05$). La DZn aumentó en forma significativa cuando el pan estaba fortificado con sulfato o NaFeEDTA, pero no cuando se fortificó con bisglicinato. El agregado de té o leche disminuyó la DZn mientras que la bebida a base de naranja la aumentó significativamente ($p < 0,05$). En relación a los promotores, las mayores DFe y DZn se observaron en las dietas con el pan sin fortificar, con agregado de Na₂EDTA.

Palabras clave: Alimentación complementaria, dializabilidad de minerales, fortificación de alimentos.

SUMMARY. Iron and zinc *in vitro* potential availability in an infant diet with fortified bread with different iron sources or with the addition of different iron absorption promoters. Home-made diets are the most frequently used complementary foods. In the present work we evaluated iron and zinc availability in a usually consumed infant diet containing either iron-fortified bread with different iron sources: ferrous sulfate, ferrous bisglycinate, NaFeEDTA. We also used non-fortified bread with absorption promoters: ascorbic acid, sodium citrate, Na₂EDTA, combined with different beverages. The diet (potato, pumpkin, grits, bread, and apple) was combined with water, milk, tea, a soft drink and an orange-based artificial drink. Mineral dialyzability (D) as an indicator of potential availability was determined using an *in vitro* method. Statistical analysis was performed by ANOVA, and *a posteriori* Tukey test. There were no significant differences in FeD between diets with ferrous sulfate or ferrous bisglycinate fortified bread; in NaFeEDTA fortified bread it increased significantly ($p < 0.05$). Iron D increase was greater in diets with bread containing absorption promoters than in those with fortified bread. The orange-based artificial drink increased FeD, while tea and milk decreased it significantly ($p < 0.05$). Zinc D increased significantly when the bread was fortified either with ferrous sulfate or NaFeEDTA, but remained unchanged in diets with ferrous bisglycinate fortified bread. The addition of tea or milk decreased ZnD while the orange-based artificial drink increased it significantly ($p < 0.05$). Regarding absorption promoters, the greater values both in FeD and ZnD were observed in diets with iron non-fortified bread containing Na₂EDTA.

Key words: Complementary feeding, mineral dialyzability, food fortification.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (1) recomienda la incorporación de alimentos complementarios a partir del sexto mes de vida, momento en que la mayoría de los lactantes comienzan a consu-

mir papillas semisólidas, como parte de su alimentación. Estos alimentos complementarios juegan un rol muy importante en la nutrición infantil. En Argentina, las dietas caseras se encuentran entre las variantes más usadas y más recomendadas por los pediatras.

Un aspecto muy importante de los alimentos comple-

mentarios se refiere a su digestibilidad, su aporte de proteínas de alta calidad y de minerales esenciales (2, 3). Es habitual que el hierro, calcio y zinc se encuadren entre los nutrientes críticos por encontrarse en niveles sustancialmente inferiores a los recomendados (1, 4).

Por otra parte, la fortificación de alimentos de consumo masivo es una de las estrategias costo-beneficio más utilizada para prevenir las deficiencias poblacionales de minerales. En Argentina, desde el año 2003, la harina de trigo se enriquece con sulfato ferroso, con el objetivo de disminuir la prevalencia de anemia en la población.

La disponibilidad de los micronutrientes, especialmente de los minerales, es particularmente importante ya que muchos componentes presentes en los alimentos / dietas, afectan su absorción y utilización, al igual que la forma química de los minerales de fortificación (5). Una opción adicional para mejorar la absorción del mineral propio de la matriz así como la del mineral de fortificación consiste en el agregado a los alimentos de promotores de la absorción mineral.

Las distintas fuentes de hierro usadas como fortificantes presentan ventajas y desventajas para su aplicación (6). Los compuestos de hierro utilizados comprenden a algunos que son solubles en agua, en ácidos diluidos, o insolubles en agua. Los compuestos de hierro solubles en agua o en ácidos diluidos tienen buena biodisponibilidad pero son también los más reactivos. Catalizan reacciones oxidativas que producen cambios en las características organolépticas de los alimentos (7). También se utilizan complejos de aminoácidos como el bisglicinato ferroso o el glicinato férrico, que además de poseer buena biodisponibilidad, no poseen las cualidades prooxidantes del sulfato ferroso (8).

En el caso de las dietas con importantes cantidades de inhibidores de la absorción del hierro, sería conveniente utilizar promotores de la absorción y/o fortificantes cuya biodisponibilidad sea superior a la del sulfato ferroso. En la actualidad existen tres fuentes que poseen este potencial, el NaFeEDTA, la hemoglobina y complejos de aminoácidos como el bisglicinato ferroso ya mencionado (9). La absorción del NaFeEDTA puede ser 2,5 veces mayor que la del sulfato ferroso, según la matriz alimentaria (10). Esto se debería a que los fitatos de los cereales tienen poco efecto inhibitorio sobre esta fuente (11). Sin embargo, en nuestro país el uso del NaFeEDTA como fuente de fortificación no está permitido. Por ello, sería una buena estrategia re-

currir al agregado de diferentes promotores de la absorción para permitir que el hierro del sulfato ferroso estuviera más disponible para ser asimilado.

Para el caso del zinc la situación es muy similar a la del hierro. Si bien no es habitual que los alimentos de consumo masivo estén fortificados con zinc, sí lo están los destinados a lactantes o niños de la primera infancia, debido a que la deficiencia de este mineral provoca la detención del crecimiento, alteraciones del desarrollo cognitivo y problemas en el sistema inmune (1). Por otra parte, otros alimentos o bebidas habitualmente presentes en la dieta podrían afectar la absorción de estos minerales (12).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la disponibilidad de hierro y zinc en una dieta complementaria de consumo habitual conteniendo pan fortificado con diferentes fuentes de hierro: sulfato ferroso, bisglicinato férrico, NaFeEDTA, o bien pan sin fortificar con agregado de ácido ascórbico, citrato de sodio o Na₂EDTA como promotores de la absorción, combinada con diversas bebidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una dieta infantil de consumo habitual (13) con los componentes y proporciones indicados en la Tabla 1. Los componentes utilizados en la dieta estaban cocidos, tal como se consumen. El pan empleado fue elaborado en el laboratorio. Se realizó una primera mezcla con procesadora doméstica, de los componentes sólidos: zapallo (*Cucurbita moschata*), papa (*Solanum tuberosum L.*), sémola de trigo (*Triticum vulgare*) preparada con caldo de verduras y manzana (*Pirus malus L.*), a excepción del pan. Posteriormente se tomaron 132g de esta mezcla y se le adicionaron 11g de pan y 68g de alguna de las bebidas. Con estos componentes se realizó la mezcla final que luego fue sometida al análisis.

Las bebidas ensayadas fueron: agua, leche, té, bebida cola (BC) y bebida artificial a base de naranja (BAN). Las condiciones de preparación para estas bebidas fueron: té (1 saquito/250 ml de agua ultrapura a ebullición), bebida artificial a base de naranja (24 g de polvo para preparar bebidas/300 ml de agua ultrapura).

El pan se fortificó con tres fuentes distintas de hierro: sulfato ferroso (SO₄Fe), bisglicinato férrico y NaFeEDTA. En todos los casos se obtuvo una concentración de 30 ppm de Fe en el pan que es el nivel

TABLA 1
Composición de la dieta.

| Ingredientes | Composición porcentual (g/100g) |
|---|---------------------------------|
| <i>Cucurbita moschata</i> (zapallo) | 15 |
| <i>Solanum tuberosum L.</i> (papa) | 15 |
| <i>Triticum vulgare</i> (sémola de trigo pan) | 15 |
| <i>Pirus malus L.</i> (manzana) | 20 |
| Bebida | 30 |
| Pan | 5 |

de enriquecimiento obligatorio en Argentina.

La concentración de los promotores de la absorción en los panes fue de 300 ppm de ácido ascórbico (AA), 1,2% de citrato de sodio y 30 mg% de Na₂EDTA.

Las relaciones finales Fe:promotor en cada uno de los panes fueron de 1:2 en el caso del pan con AA; 1:50 en el que tenía agregado de citrato y 1:1 en el pan con EDTA.

En el caso del AA, una relación 1:2 sería suficiente para ejercer el efecto promotor. En trabajos realizados previamente se pudo observar que esta relación incrementaba de manera significativa la DFe (14).

En estudios realizados en humanos se observó que la acción promotora del citrato no se evidenciaba a bajas relaciones molares Fe:promotor (1:10) pero sí lo hacía a elevadas concentraciones de citrato (1:50), siendo además dosis-dependiente (15, 16).

Para el EDTA se trabajó con una relación Fe:EDTA 1:1 que es suficiente para incrementar la biodisponibilidad de Fe en dietas ricas en fitatos (17). La ventaja del EDTA es su elevada constante de afinidad por el hierro, mayor que la que poseen este tipo de inhibidores. Esto asegura una buena competencia entre inhibidor y promotor. Por otra parte, cuando la relación EDTA:Fe es mayor a 1 hay una marcada disminución de la absorción de hierro (18).

Dializabilidad

La dializabilidad de los minerales (D) como un indicador de la biodisponibilidad potencial fue determinada por medio de un método *in vitro* (19), modificado

por Wolfgor et al (20). El procedimiento involucra una digestión enzimática en condiciones que simulan las fisiológicas. Cada muestra fue homogeneizada para facilitar su posterior análisis. Alícuotas de 50 g de los homogeneizados fueron incubadas con 5 ml de una solución acuosa al 3% de α -amilasa, durante 30 minutos a 37° C con agitación. Luego, el pH se ajustó a 2 con solución valorada de HCl 6N, y se agregaron 1,6 ml de pepsina-HCl (16 g/100 ml en HCl 0,1N), incubándose la mezcla a 37° C durante dos horas, con agitación (digestión estomacal). Dos alícuotas de 15 g del digerido se colocaron en erlenmeyers con bolsas de diálisis (Spectrapore Molecular Weight cut-off 6000-8000) conteniendo 18,75 ml de buffer PIPES 0,15 M y pH variable. El pH del buffer a utilizar fue establecido luego de hacer ensayos previos en base a la matriz alimentaria en estudio (21), para obtener un pH final uniforme de $6,5 \pm 0,2$, al final de la segunda incubación a 37° C. Después de una hora de incubación, cuando el pH alcanzó un valor mínimo de 4,5, se agregaron 3,75 ml de una mezcla de bilis-pancreatina (2,5% bilis y 0,4% pancreatina en NaHCO₃ 0,1N) prosiguiéndose la incubación durante dos horas a 37° C (digestión intestinal). Las bolsas de diálisis fueron removidas y enjuagadas con agua ultrapura y los dializados se transfirieron a tubos tarados y se pesaron. Los minerales dializados se determinaron por espectroscopía de absorción atómica (22, 23).

El contenido total de minerales de las muestras fue determinado en el digerido de pepsina por espectroscopía de absorción atómica previa mineralización con una mezcla HNO₃-HClO₄ (50:50).

La dializabilidad mineral fue calculada como el porcentaje del mineral dializado con respecto a la concentración total de mineral presente en cada muestra.

$$\text{Dializabilidad \% del mineral} = \frac{\text{mg de mineral en el dializado} \times 100}{\text{mg de mineral en el digerido}}$$

Estadística.

El análisis estadístico se realizó utilizando ANOVA y Test de Tukey a posteriori ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Dializabilidad de hierro.

La concentración de hierro era de 0,20 mg% cuando la dieta contenía pan sin fortificar. Las dietas con pan

fortificado con sulfato ferroso, bisglicinato férrico y NaFeEDTA contenían 0,45 mg%, 0,53 mg% y 0,44 mg%, respectivamente.

No hubo diferencias significativas entre las dietas del pan fortificado con sulfato ferroso o bisglicinato férrico, pero sí con el NaFeEDTA, donde el aumento fue muy significativo en todas las combinaciones estudiadas ($p < 0,05$) (Fig. 1).

Al comparar los tres promotores se pudo observar que la mayor DFe se obtuvo en las dietas que contenían el pan con agregado de EDTA sódico ($p < 0,05$). Entre las dietas que contenían ácido ascórbico o citrato de sodio no se observó ninguna diferencia significativa (Fig 1).

Por otra parte, el aumento de la D fue mucho más elevado en las dietas que tenían panes con agregado de promotores de la absorción que las que tenían panes fortificados (Fig 1).

Cuando se combinó la dieta con las diferentes bebidas se pudo observar que la bebida artificial a base de naranja era la que más aumentaba la DFe (Fig 1).

La bebida cola no produjo variación en la DFe con respecto al control con agua. En cambio, tanto el té como la leche la disminuyeron significativamente (Fig 1).

Dializabilidad de zinc.

La concentración de zinc en las dietas estudiadas fue de 0,25 mg%.

Al analizar los valores de la DZn se observó (Fig 2) que no existía diferencia significativa entre las dietas con agregado de ácido ascórbico y citrato pero sí con la dieta que tenía agregado de Na₂EDTA ($p < 0,05$).

Sin embargo, en los panes fortificados con las distintas fuentes de hierro la DZn varió dependiendo de la bebida utilizada. (Fig 2). Si bien cuando la bebida empleada fue agua no existió diferencia significativa entre el control y las tres fuentes de hierro estudiadas, si comparamos las tres fuentes de hierro entre sí, se observó que al utilizar bisglicinato la DZn tendía a ser menor que cuando las fuentes eran sulfato ferroso y NaFeEDTA (Fig 2).

Tampoco se pudo observar diferencia significativa en las dietas que tenían panes con ácido ascórbico o citrato de sodio y las dietas con

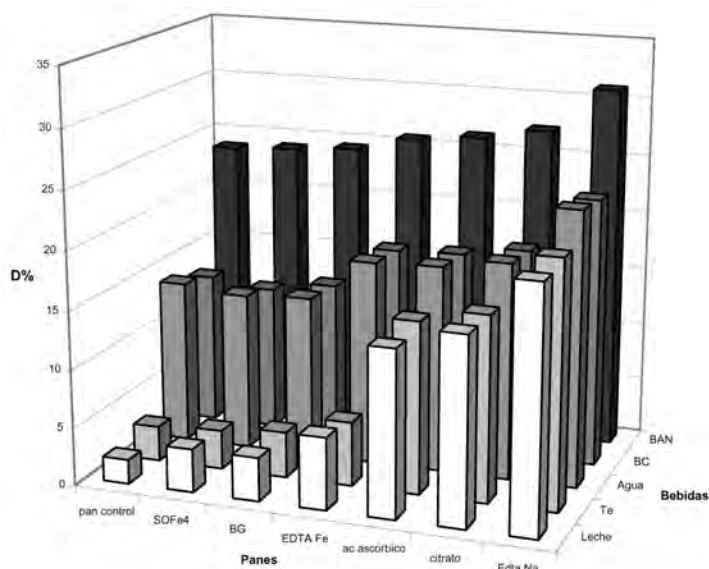


FIGURA 1

DFe en una dieta con pan fortificado con diferentes fuentes de hierro o agregado de promotores de absorción mineral, combinada con distintas bebidas.

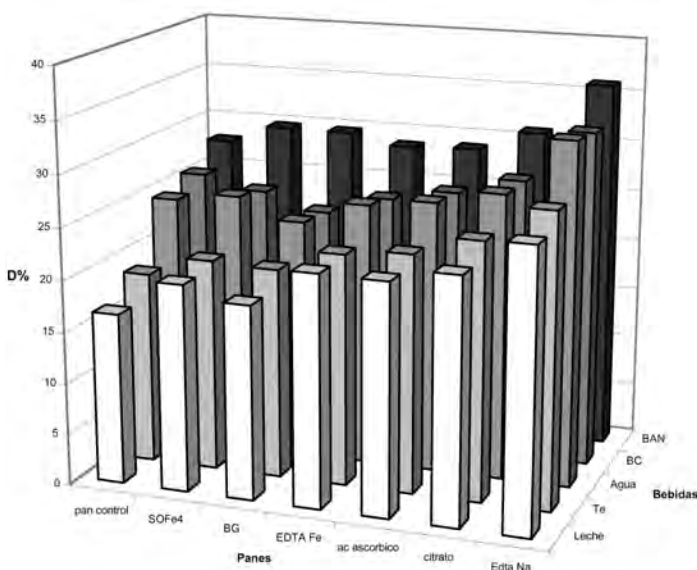


FIGURA 2

DZn en una dieta con pan fortificado con diferentes fuentes de hierro o agregado de promotores de absorción mineral, combinada con distintas bebidas.

panes con sulfato ferroso o EDTA Fe (Fig 2).

Cuando la dieta se combinó con las diferentes bebidas se observó que la inclusión de té o leche provocó una disminución de la DZn. Al agregar la bebida a base de naranja se observó un aumento significativo de la DZn ($p < 0,05$). No se observó una variación significativa con el uso de bebida cola. (Fig 2)

DISCUSIÓN

Dializabilidad de hierro.

En las dietas en las que la fuente de hierro era Na-FeEDTA, o el promotor utilizado era EDTA sódico, la DFe aumentaba de manera muy marcada.

La alta disponibilidad potencial del NaFeEDTA se puede atribuir a que el hierro en este quelato está más fuertemente ligado, que en el bisglicinato o sulfato ferroso, y también posee una constante de afinidad por el hierro mayor que los inhibidores presentes. De la misma manera, cuando el EDTA es utilizado como promotor, formaría complejos más estables que los que forma el Fe con los fitatos, que son los principales inhibidores en esta dieta. Estos resultados son concordantes con los observados en otros estudios (24, 25).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el EDTA posee una Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 0-2,5 mg/kg/día (26). Por lo tanto debe considerarse la Ingesta Diaria Potencial (IDP) de este aditivo no sólo para controlar los niveles de adición aprobados por la legislación, sino también frente a la posibilidad de utilizar FeNaEDTA como fortificante de alimentos.

En un estudio realizado en Argentina en 2007, en un grupo de 199 niños de entre 3 y 18 años, la IDP obtenida fue de 0,04mg/Kg (27). En Argentina, los alimentos en los que se autoriza el agregado de EDTA son las bebidas sin alcohol y las mayonesas. Los resultados indican que la IDP está muy lejos del valor de la IDA, lo cual sería un buen comienzo para profundizar estudios y plantear la posibilidad de utilizar este compuesto ya sea como fortificante o como promotor.

El aumento de la DFe con la bebida artificial a base de naranja se atribuye a la presencia de los ácidos cítrico y ascórbico que son importantes promotores de la absorción del hierro. Cabe destacar que la acción del ácido ascórbico involucra la reducción del ion férrico a su forma ferrosa, mejor absorbida, la formación de quelatos solubles y estables con el hierro en el estómago y por ende el mantenimiento de su solubilidad cuando el alimento ingresa en el ambiente más alcalino del duodeno. Este último efecto se puede explicar por el hecho de que el ácido ascórbico forma complejos solubles con el hierro de los alimentos a pHs más bajos que los ligandos inhibitorios, es decir que actuaría a nivel estomacal donde las condiciones de pH son desfavorables para la formación de complejos con otros ligandos. Estos efectos, que ocurren en el tracto gas-

trointestinal, serían los mismos que explican el marcado incremento de la dializabilidad observada *in vitro*, en condiciones que simulan las fisiológicas (12, 28).

Por otra parte, la absorción de hierro en las dietas que contienen leche es afectada adversamente por la presencia de proteínas lácteas y calcio (29-30-31). La presencia de grupos fosfoserina en las subunidades de caseína, puede explicar la unión del hierro a péptidos de caseína insolubles y, por lo tanto, la disminución de la DFe y su biodisponibilidad.

En el caso del té, el efecto depresor sería causado por los polifenoles presentes, que son ligandos inhibidores de la absorción del hierro no hemínico. Estudios en ratas demostraron que los polifenoles forman complejos insolubles con el hierro y el zinc que precipitan y por lo tanto no pueden dializar. Estos complejos también pueden ser de un alto peso molecular lo que impediría tanto su diálisis como su absorción *in vivo* (32).

Existen evidencias de una alta correlación entre los estudios de dializabilidad de hierro *in vitro* y los estudios realizados en humanos (33).

Dializabilidad de zinc.

El hecho de que no se observaron diferencias significativas en la dializabilidad de zinc en las dietas que tenían panes con ácido ascórbico o citrato de sodio y las dietas con panes con sulfato ferroso o FeEDTA, se debería a una competencia en la dializabilidad del hierro y del zinc, de tal manera que al haber mayor cantidad de hierro en el medio, la dializabilidad del zinc se vería afectada (34).

Tal como se indicó para el hierro, la inclusión de té o leche provocó una disminución de la DZn. Los polifenoles presentes en el té ejercerían un efecto inhibitorio sobre la absorción del Zn (35). En el caso de la leche el efecto inhibitorio se debería al calcio presente que, junto con los fitatos de la dieta, formarían complejos insolubles que impiden la absorción del Zn (36).

En la combinación con la bebida a base de naranja, el aumento significativo de la

DZn se debería a que el ácido cítrico presente en esta bebida, es uno de los promotores de la absorción de zinc. Este forma de complejos con el ácido cítrico que lo mantendría soluble a pHs fisiológicos y así ejercería un efecto positivo sobre su absorción (37).

CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que varios factores

influyen sobre la biodisponibilidad potencial de hierro y zinc. La bebida utilizada en la dieta, la fuente de hierro empleada como fortificante o el promotor de la absorción mineral agregado en el pan son determinantes de la disponibilidad mineral.

Las dietas que contenían sales de EDTA como fortificante o promotor fueron las que presentaron mayores valores de DFe y Zn, por lo que su utilización parece promisoría. Si bien los resultados en este estudio fueron obtenidos utilizando métodos *in vitro* permiten tener una idea de la bioaccesibilidad de los minerales en las dietas evaluadas.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos PICTR0110 y UBACYTB063.

REFERENCIAS

- World Health Organization. Complementary feeding of young children in developing countries; a review of current scientific knowledge. Geneva, 1998.
- Glinemann WH, Bartholmey SJ, Coletta F. Dietary guidelines for infants: a timely reminder. *Nutr Rev* 1996; 54:50-57.
- Dewey KG, Cohen RJ, Landa Rivera L, Brown KH. Effects of age of introduction of complementary foods on iron status of breast-fed infants in Honduras. *Am J Clin Nutr* 1998; 67:878-884.
- Gibson RS, Hotz C. The adequacy of micronutrients in complementary foods. *Pediatrics* 2000; 106: 1298-1299.
- Olivares A.B, Martinez C., López G., Ros G. Influence of the design of a product on *in vitro* mineral availability of homogenized weaning foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2001; 2 181-187.
- Hurrell RF. Improving the iron fortification of foods. En: *Nutritional Anemias*. Nestle Nutrition Workshop Series No. 30. Ed. By S.R. Fomon and S. Zlotkin. New York: Verve/Raven Press Ltd. 1992; 193-208.
- Hurrell RF. Nonelemental Sources. En: *Iron Fortification of Foods*. Ed. Clydesdale FM and Wiemer KL. New York: Academic Press 1985; 147-178.
- Galdi M, Carbone N, Valencia ME. Comparison of ferric glycinate to ferrous sulphate in model infant formulas: kinetic of T.B.A., lysine and methionine changes. *J Food Sci* 1989; 54 (5): 1230-1233.
- Allen LH, Ahluwalia N. Improving Iron Status Through Diet. The application of knowledge concerning dietary iron bioavailability in human populations. 1997; Arlington, Va: OMNI. Technical paper, 8.
- Ballot DE, MacPhail AP, Bothwell TH, Gillooly M and Mayet FG. Fortification of curry powder with NaFe(III)EDTA in an iron-deficient population: report of a controlled iron-fortification trial. *Am J Clin Nutr*. 1989; 49: 162-169.
- INACG. Iron EDTA for Food Fortification. A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group. Lynch SR, Hurrell RF, Bothwell TH, and MacPhail AP. Washington. USA. 1993.
- Binaghi MJ, Lopez LB, Ronayne de Ferrer PA, Valencia ME. Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. *Rev Chil Nutr* 2007; 34-1, 56-60.
- Macías SM. Evaluación de nutrientes en leche materna y en alimentos complementarios usados durante el primer año de vida. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. 2005.
- Pizarro F A, Olivares M G, Kain J B. Hierro y zinc en la dieta de la población de Santiago. *Rev Chil Nutr* 2005; 32: 1-8.
- Derman, D. P., Ballot, D., Bothwell, T. H., MacFarlane, B. J., Baynes, R. D., MacPhail, A. P et al. Factors influencing the absorption of iron from soya-bean protein products. *Br. J. Nutr.* 1987; 57: 345-353.
- Gillooly, M., Bothwell, T. H., Torrance, J. D., MacPhail, A. P., Derman, D. P., Bezwoda, W. R. The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br. J. Nutr.* 1983; 49: 331-342.
- Hurrell R, Reddy M, Burri J, Cook JD. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *Br. J. Nutr.* 2000; 84: 903-910.
- Hurrell FR. Fortification: Overcoming technical and practical barriers. *J Nutr* 2002; 132: 806-812.
- Miller D., Schrinken B.R., Rasmussen R.R.. An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:248-56.
- Wolfgor R., Drago S.R., Rodriguez V., Pellegrino N., Valencia M.E. *In Vitro* measurement of iron availability in fortified foods. *Food Res Int.* 2002; 35: 85-90.
- Drago Silvina R., Binaghi Maria J., Valencia Mirta E. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc, and calcium dializability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci* 2005; 70:(2) 107-112.
- Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists. 2000
- Perkin-Elmer Corp. Calcio, Hierro y Zinc. Analytical Method for Atomic Absorption Spectrophotometry. Norwalk Ct. 1971

24. Pabón ML, Lönnnerdal B. Distribution of iron and its bioavailability from iron fortified milk and formula. *Nutr Res* 1992; 12:975-984.
25. Drago SR, Valencia ME. Mineral dialyzability in milk and fermented dairy products fortified with Fe-NaEDTA. *J Agric Food Chem*. 2008; 56(8):2553-7.
26. JECFA. Annex 4: Acceptable daily intakes [Ethylenediaminetetraacetate, disodium and calcium disodium salts]. In: *Toxicological Evaluation of Certain Food Additives With a Review of General Principles and of Specifications*. Prepared by the 17th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva (Switz.): World Health Organization (WHO); 1974, WHO Technical Report Series No. 539, pp. 35-38.
27. Cagnasso Carolina E., López L B., Rodríguez V G., Valencia M E. Estimación de la ingesta potencial de ácido etilendiaminotetraacético en niños y adolescentes argentinos, influencia de la fortificación de cereales para desayuno con sal férrica de este ácido. *Rev Chil Nutr*. 2007; 34 (2):143-149.
28. Troesch B, Egli I, Zeder C, Hurrell RF, Zimmermann MB. Fortification iron as ferrous sulfate plus ascorbic Acid is more rapidly absorbed than as sodium iron EDTA but neither increases serum nontransferrin-bound iron in women. *J Nutr*. 2011;141(5):822-7.
29. Jackson LS. The effect of dairy products on iron availability. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr*. 1992; 31:259-70.
30. Hurrell RF. Bioavailability of iron. In: *Assessment of the bioavailability of micronutrients*. Proceedings of an ILSI Europe Workshop. *Eur J Clin Nutr*. 1997;51:54-8.
31. Drago SR and Valencia ME. Influence of components of infant formulas on in vitro iron, zinc and calcium availability. *J Agric Food Chem*. 2004; 52: 3202-3207.
32. Brown R.C., Klein A., Simmons W., Hurrell R. The Influence of Jamaican herb teas and other polyphenol-containing beverages on iron absorption in the rat. *Nutr Res*. 1990; 10: 343-53.
33. Walter T, Pizarro F, Olivares M. Iron bioavailability in corn-masa tortillas is improved by the addition of disodium EDTA. *J Nutr*. 2003; 133(10):3158-61.
34. Binaghi MJ, Cagnasso C, Pellegrino N, Ronayne P, Valencia M Dializabilidad y aporte potencial de hierro y zinc en una dieta para niños, con pan con agregado de diferentes promotores de la absorción con o sin agregado de sulfato ferroso. *Trabajos del XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2009. (editado en CD). ISBN: 978-987-22165-3-5.
35. Aggett PJ, Comerford JG. Zinc and human health. *Nutr Rev*. 1995; 2: 16-22.
36. O'Dell BL. Mineral interactions relevant to nutrient requirements. *J Nutr*. 1989; 119 ,12:1832-1838.
37. Pabón ML, Lönnnerdal B Effect of citrate on zinc bioavailability from milk fractions and infant formulas. *Nutr Res*. 1993; 13:103-111.

Recibido: 09-12-2010

Aceptado: 08-06-2011

Time-dependence of Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) index in Chilean apples and berries

*Carolina Henríquez, Camilo López-Alarcón, Maritza Gómez
Mariane Lutz, Hernán Speisky*

Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso, Chile. Facultad de Química, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables (CREAS), Valparaíso, Chile

SUMMARY. We hypothesize that the Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assay that follows the reaction of Fe^{3+} -TPTZ at 593 nm underestimates the antioxidant capacity of fruits, since the standardized time of the reaction (4 min) is not enough to titrate all the reducing compounds available. We measured FRAP, total phenolics and anthocyanins content in a variety of Chilean berry fruits (blueberries, blackberries, raspberries and strawberries) and apples (cv. Fuji, Granny Smith, Pink Lady, Red Delicious and Royal Gala). Taking into account the dependence of FRAP on the time course of the reaction, we propose to measure FRAP indexes after 1 min (FRAP-1), 30 min (FRAP-30) and 120 min (FRAP-120) of incubation. Most fruit extracts showed significant correlations between the antioxidant capacity and the incubation time, although in some cases the FRAP indexes did not correlate with the total phenolics and/or anthocyanins content. In fact, in apples and berries the correlation between anthocyanins content and FRAP indexes decreased with the incubation time. It is concluded that the fruit extracts analyzed require an incubation period higher than the established in the original experimental protocol to reach the equilibrium, due to the presence of a complex mixture of antioxidant compounds. In addition, a kinetic profile should be realized in each sample studied to establish the most suitable incubation period to titrate all the reactive antioxidant species.

Key words: FRAP, berries, apples, antioxidant capacity, incubation time

RESUMEN. Influencia del tiempo de incubación sobre la capacidad antioxidante medida según FRAP, en manzanas y berries chilenos. Se plantea que el ensayo de la capacidad antioxidante de frutas, medido según el poder reductor de hierro (FRAP), que sigue la reacción de Fe^{3+} -TPTZ a 593 nm, subestima la capacidad antioxidante, debido a que el tiempo de reacción (4 min) no sería suficiente para que reaccionen todos los compuestos reductores disponibles en las muestras. Se analizó la capacidad antioxidante FRAP, el contenido de fenoles y de antocianinas en diversos berries (arándano, mora, frambuesa y frutilla) y manzanas (cv. Fuji, Granny Smith, Pink Lady, Red Delicious y Royal Gala). Tomando en cuenta la dependencia del tiempo de incubación en el valor FRAP, se propone medir los índices FRAP después de 1 min (FRAP-1), 30 min (FRAP-30) y 120 min (FRAP-120). Diversos extractos de las frutas analizadas mostraron una correlación significativa entre la capacidad antioxidante y el tiempo de incubación; sin embargo, en algunos casos los índices FRAP no se correlacionaron con el contenido de fenoles totales y/o antocianinas. En efecto, en manzanas y berries la correlación entre el contenido de antocianinas e índices FRAP disminuyó con el tiempo de incubación. Se concluye que los extractos analizados requieren un tiempo de incubación mayor al que establece el protocolo analítico original para alcanzar el equilibrio, debido a la presencia de una compleja mezcla de compuestos antioxidantes. Además, el perfil cinético de cada muestra debería ser estudiado para establecer el periodo de incubación más adecuado para titular todas las especies antioxidantes reactivas.

Palabras clave: FRAP, berries, manzanas, capacidad antioxidante, tiempo de incubación

INTRODUCTION

Epidemiological studies and clinical trials have established that a high dietary intake of fruits and vegetables is associated with a reduced risk of developing some chronic diseases, including several

types of cancer, cardiovascular diseases, diabetes and other degenerative or age-related diseases (1,2). These associations may be partly attributable to the presence of antioxidant nutrients and phytochemicals, such as various phenolic compounds that contribute to protect cells against the oxidative damage caused by reactive oxygen

and nitrogen species (3). Apples and berries are ranked among the fruits with higher antioxidant capacity (4,5), due to the presence of polyphenols (mainly flavonoids) and phenolic acids, among other antioxidants (6-11). Epidemiological studies indicate that the intake of apples and berries is associated with several risk-lowering effects due to the occurrence of these putatively bioactive compounds (8,12-14).

In recent years, several *in vitro* methodologies have been proposed to determine the total antioxidant capacity of fruits, vegetables and beverages (15). The assays differ in their chemistry (generation of different radicals and/or target molecules) and the end points measured (16). Among the various techniques available, the procedure developed by Benzie and Strain (17) is widely used, rendering a FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) index related to the capacity of the sample to reduce ferric species. The method evaluates the reduction of Fe^{3+} -tripyridyltriazine complex (Fe^{3+} -TPTZ) by turning it into a blue colored ($\lambda = 593 \text{ nm}$) ferrous form (Fe^{2+} -TPTZ). The methodology was originally applied to determine the antioxidant capacity of plasma, and now it is currently employed in foods and plant extracts (16,18-20). The experimental protocol establishes that an incubation time of 4 min at 37°C is a suitable condition to assay the total antioxidant capacity of most samples, because the redox reactions proceed so rapidly that they are completed during this period. However, FRAP values may vary enormously, depending on the time scale of the analysis (15,18). We investigated the hypothesis that the standard application of the FRAP assay underestimates the antioxidant capacity because the incubation period is not long enough to titrate all the reducing compounds available in the food samples.

Therefore, the aims of the present study were: 1) to evaluate the antioxidant capacity of various apples and berries using the standard FRAP methodology, 2) to propose and apply new FRAP indexes, depending on the reaction time allowing the formation of Fe^{2+} -TPTZ. In addition, the correlations between the antioxidants content (phenolics and anthocyanins) and FRAP indexes are evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Samples

The berries studied were: blueberries (*Vaccinium corymbosum*) (cv. Duke), blackberries (*Rubus ulmifo-*

lius) (cv. Cherokee), raspberries (*Rubus idaeus*) (cv. Heritage), and strawberries (*Fragaria ananassa*) (cv. Camarosa). The apple (*Malus domestica*) cultivars studied were: Fuji, Granny Smith, Pink Lady, Red Delicious, and Royal Gala. All apples and berries were harvested at the ripe stage, in a commercial plantation located in Central Chile (latitude $34^\circ 41'$ to $36^\circ 33'$ S). All samples were sorted to eliminate damaged, diseased or poor quality fruits, obtaining samples that were uniform in size, ripeness and color. The selected fruits were stored at -20°C until analysis (within 2 months).

The moisture content of each sample was determined gravimetrically by weight difference after the sample was heated at 70°C for 16 h in an oven (21).

Sample preparation

Apples: Extracts of apple peel and pulp were obtained from a minimum of ten randomly selected fruits that were carefully cut into quarters, eliminating their seeds and core. Peel (portion without pulp) was obtained by cutting the fruit with a stainless steel vegetable peeler. Pulp (portion without peel) was obtained from the peeled fruits cut into small pieces, excluding the core and seeds.

The extractive procedure applied for each assay was as follows (7,22):

- Phenolics: 10 g apple tissues were added to 90 mL extraction solvent (acetone:water 70:30).
- FRAP and anthocyanins in apple peel: 10 g sample were added to 30 mL extraction solvent.
- FRAP and anthocyanins in apple pulp: 20 g sample were added to 60 mL extraction solvent.

In all cases, the mixtures were homogenized for 1 min in an Ultra Turrax homogenizer (OMNI International, GLH-02, Kennesaw, U.S.), and the extracts were shaken in a water bath at 20°C for 60 min. Three samples (1.5 mL) were centrifuged at 2500g for 15 min at 4°C and the supernatants were stored at 4°C until their analysis.

Berries: 5 g of each berry were mixed with 150 mL extraction solvent (acetone:water 70:30) (7,23). The mixture was homogenized for 5 min in an Ultra Turrax homogenizer, and the extracts were shaken in a water bath at 20°C for 60 min. Three samples (1.5 mL) were centrifuged at 2500g for 15 min at 4°C and the supernatants were stored at 4°C until their analysis.

All extractions were performed at $0-4^\circ\text{C}$ to minimize degradation.

Chemical analysis

a) Total phenolics: was evaluated using the colorimetric method described by Singleton and Rossi (24). It involves the reduction of Folin-Ciocalteu reagent by phenolic compounds, with the concomitant formation of a blue complex. Briefly, an aliquot of the extract (0.5 mL) was mixed with 3 mL distilled water and 0.25 mL Folin-Ciocalteu reagent (Merck, Darmstadt, Germany). Immediately, 0.75 mL saturated sodium carbonate and 0.95 mL of distilled water was added. The mixture was incubated for 30 min at 37°C, and the absorbance was measured at 765 nm in a UV-Vis spectrophotometer (Unicam Helio α , Cambridge, UK). The measurements were compared to a standard curve prepared with gallic acid solution (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), and total phenolics content was expressed as mg gallic acid equivalents per g dry weight (mg GAE/ g d.w.).

b) Anthocyanins: the monomeric anthocyanins content of berries and apple peels was measured using a pH-differential protocol (25). Potassium chloride (0.025 M), and sodium acetate (0.4 M) buffers were used. Apple peels were mixed (5:1, v:v) either in potassium chloride (pH 1.0) or sodium acetate (pH 4.5) buffer. The dilution of extracts in both buffer solutions were as follows: for blackberries and blueberries 1:5 (v:v), for strawberries 1:2 (v:v), and for raspberries 1:1.4 (v:v). The absorbance of these mixtures was then measured at 520 and 700 nm using a UV-Vis spectrophotometer. The absorption units of the anthocyanins in the samples (A) were calculated from: $A = (A_{520} - A_{700})pH_{1.0} - (A_{520} - A_{700})pH_{4.5}$, where A_{520} and A_{700} are the absorbance values measured at 520 and 700 nm.

The anthocyanins content was expressed as mg anthocyanin standard equivalents per 100 g dry weight (mg anthocyanin/100 g d.w.). Different standard anthocyanins were used depending on the sample analyzed. Thereby, for apple peels cyanidin-3-galactoside ($\epsilon_{530} \text{ nm} = 34300 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, $\text{MW} = 502.5 \text{ g mol}^{-1}$) was used. For blueberries, blackberries and strawberries we used cyanidin-3-glucoside ($\epsilon_{510} \text{ nm} = 26900 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, $\text{MW} = 449.2 \text{ g mol}^{-1}$), while for strawberries we used pelargonidin-3-glucoside ($\epsilon_{530} \text{ nm} = 22400 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, $\text{MW} = 486.5 \text{ g mol}^{-1}$).

c) FRAP assay: was performed according to Benzie and Strain (17) with some modifications. Firstly, we performed the assay at 22°C and secondly, the Fe^{3+} -TPTZ reduction was followed during 120 min. FRAP reagent was obtained from the mixture of sodium ace-

tate (1020 μL , 300 mM) pH 3.6, TPTZ (100 μL , 10 mM), and ferric chloride (100 μL , 20 mM). FRAP reagent was prepared on a daily basis and was mixed with 10 μL of each extract. The reaction was followed at 593 nm using a UV-Vis spectrophotometer. FRAP-indexes were obtained at 1 min (FRAP-1), 4 min (FRAP-4), 30 min (FRAP-30), and 120 min (FRAP-120) of incubation, using a standard curve produced by the addition of ferrous sulphate to the FRAP reagent (0–60 μM). All results were expressed as $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ per g dry weight ($\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g d.w.}$). Additionally, the antioxidant capacity FRAP of a standard (gallic acid) was determined. For this purpose, gallic acid was dissolved in acetone:water (70:30), and the reaction was followed during 60 min.

Statistical analysis

All results were expressed as mean + standard error (SE) of three samples taken under every condition evaluated. All the analyses were run in triplicate. The evaluations were performed by one-way analysis of variance and Tukey-Kramer test was carried to establish significant differences among means. Differences among means at 5% level ($p < 0.05$) were considered statistically significant. The correlations between the antioxidant capacity and total phenolics and anthocyanins content were examined using Pearson correlation. All statistical analysis and correlations were made with SAS® (Version 8.0, SAS Institute, Inc, Cary, North Carolina, USA).

RESULTS

The total phenolics content of peel and pulp of all apple cultivars and berries are shown in Figures 1A and B, respectively. The total phenolics content was dependent on the apple cultivars and the fruit tissue. In apples, peel samples showed 2.5 to 4.8-fold higher phenolics content than pulp samples ($p < 0.05$) (Fig 1A). In berry fruits, total phenolics were dependent on the type of crops ($p < 0.05$) (Fig 1B). Blackberries showed the highest phenolics content (28.1 mg GAE/g d.w.), followed by strawberries, raspberries and blueberries. Blackberries exhibited values near two-fold higher content than the other berries studied.

The anthocyanins content of apple peel and berries are depicted in Figure 2A and B, respectively. Since apple pulp does not contain anthocyanins, these com-

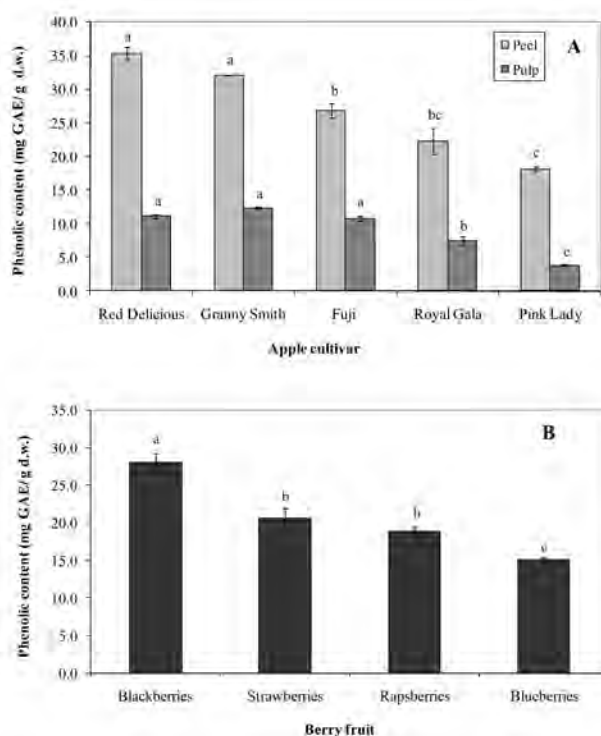
pounds were not analyzed (24). The mean content of anthocyanins in apple peel ranged from 75.9 to 2.5 mg cyanidin 3-galactoside/100 g d.w. ($p < 0.05$). Interestingly, Red Delicious apples exhibited the highest anthocyanins content, almost threefold higher than cv. Pink Lady and Fuji. On the other hand, Royal Gala and Granny Smith showed lower contents (5.2 and 2.5 mg cyanidin 3-galactoside/100 g d.w., respectively). In berries, the anthocyanins content ranged from 939.5 to 397.9 mg/100 g d.w. Blueberries and blackberries showed similar amounts, two-fold higher than the values observed in raspberries and strawberries.

Figure 3 shows the FRAP values of apple peel and pulp samples and berries (A and B, respectively). Apple peel exhibited higher FRAP in all the cultivars studied ($p < 0.05$). In apple peel, FRAP ranged from 493.2 to 379.1 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g d.w.}$ The decreasing antioxidant capacity order in the cultivars was: Granny Smith > Royal Gala > Red Delicious > Fuji > Pink Lady. FRAP values of apple pulp ranged from 267.0 to 206.5 μmol

$\text{Fe}^{2+}/\text{g d.w.}$ Depending on the cultivar, the antioxidant capacity of apple peel was 2.4 to 1.8-fold higher than the respective values of the pulp. As shown in Fig 3B, FRAP of berries ranged from 157.5 to 90.8 $\mu\text{moles Fe}^{2+}/\text{g d.w.}$ ($p < 0.05$). The decreasing order of FRAP values was: blackberries > blueberries > strawberries > raspberries.

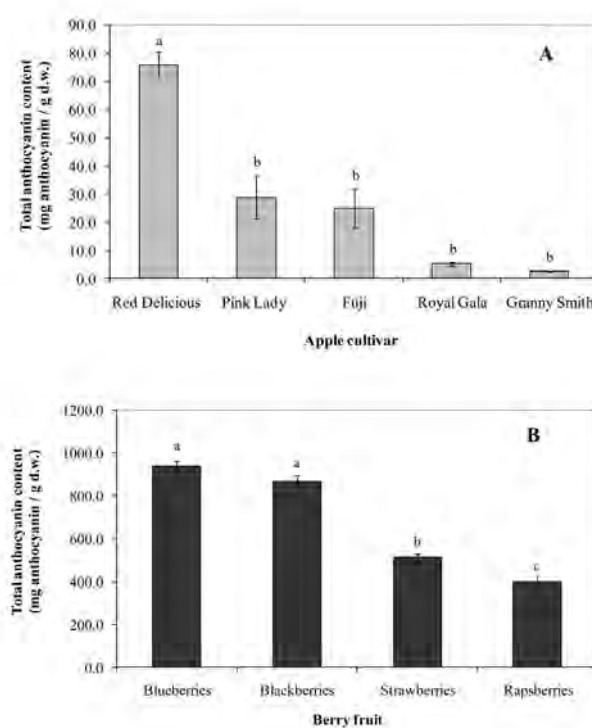
Figures 4 A and B show the time-course of the Fe^{2+} -TPTZ formation in apples and berries, respectively. As seen in these figures, FRAP increased with the incubation time. Fig 4A (upper) depicts the kinetic profiles of apple peel. The FRAP-120 capacity of Red Delicious peel was nearly 2.6 and 1.2-fold higher than the FRAP-1 and FRAP-30 values, respectively. In the other apple cultivars, FRAP-120 increased in a lower ratio. Fig 4A (lower) shows the kinetic profiles of Fe^{2+} -TPTZ formation in apple pulp. In this case, smaller variations were observed between FRAP values obtained after 1, 4, 30, or 120 min of reaction. Figure 4B depicts the time-dependence of the antioxidant capacity of berry

FIGURE 1
Total phenolics content of apples and berries



A: Total phenolics content of apple peel (■), and apple pulp (■). B: Total phenolics content of berry fruits. Values represent mean of three replications \pm SE. Different letters in the same fruit tissue (A) or berry fruit (B) denote significant difference ($p < 0.05$).

FIGURE 2
Total anthocyanins content of apples and berries



A: apple peel. B: berry fruits. Values represent mean of three replications \pm SE. Different letters in apple peel (A) and berry fruits (B) denote significant difference ($p < 0.05$).

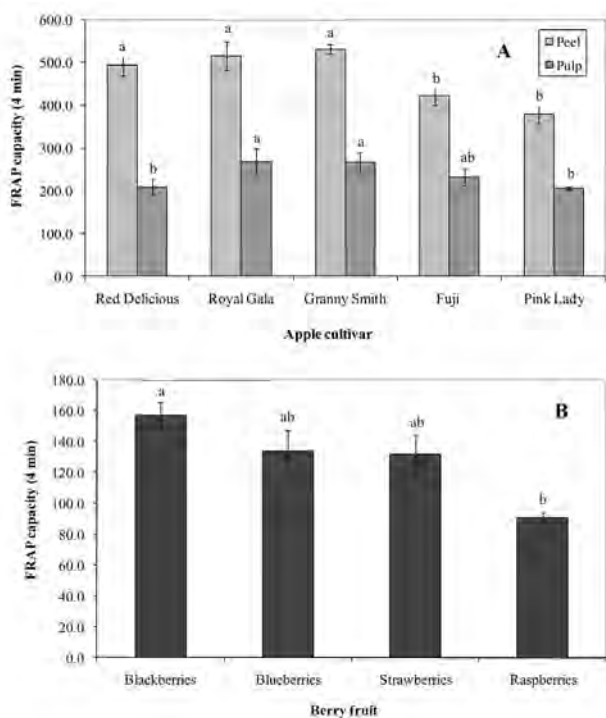
fruits. All berries showed a high FRAP-120 index, doubling the initial values obtained at 1 and 4 min. In addition, at 120 min the results were 1.3 and 1.4-fold higher than the value obtained at 30 min. These results demonstrate that the antioxidant ability, evaluated by the FRAP assay, is dependent on the incubation time. Consequently, we propose the use of different FRAP indexes, depending on the time of incubation. Thereby, from the data shown in Figure 4, a FRAP-1, FRAP-30 and a FRAP-120, evaluated after 1 min, 30 min and 120 min of reaction, respectively, were determined. These indexes for apples and berries are shown in Tables 1.

Table 2 shows that FRAP-30 and FRAP-120 were highly correlated with the total phenolics in the apple peel samples ($r = 0.80$ and 0.83 , respectively). However, the standard FRAP value (FRAP-4) showed a weak correlation, indicating that under this condition the dependence on the phenolics is lower ($r = 0.56$). FRAP-1 showed no relationship with the phenolics content, revealing that the determination at initial times of in-

cubation underestimates the real antioxidant capacity. No relationship was observed between FRAP-4 and FRAP-1 with the total phenolics content in apple pulp. However, when we augmented the incubation time, these correlations increased significantly. Thus, the correlation observed between FRAP-30 or FRAP-120 with the phenolics content was 0.53 and 0.65 , respectively. Similar results were observed in berry fruits, since the correlation between FRAP indexes and total phenolics increased with the incubation time.

The correlation coefficients between FRAP at 1, 4,

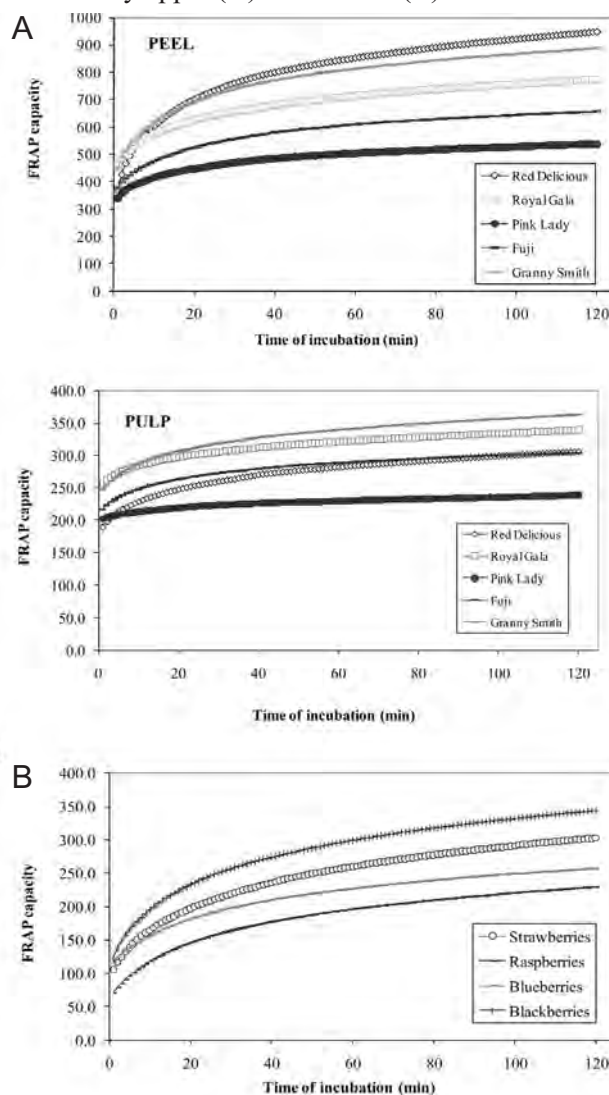
FIGURE 3
FRAP values of apples and berries



A: apple peels (■), apple pulp (■) B: berry fruits. Values represent mean of three replications \pm SE. FRAP is expressed as $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ per g of dry weight ($\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g d.w.}$). Different letters in the same fruit tissue (A) or berry fruit (B) denote significant difference ($p < 0.05$).

FIGURE 4

Time-course of the Fe^{2+} -TPTZ formation mediated by apple (A) and berries (B) extracts



Fe^{3+} -TPTZ complex was incubated with extracts of apples and berry fruits

30 and 120 min values and anthocyanins are shown in Table 3. In apple peel, the correlation was low and not significant at 30 and 120 min of incubation ($r = 0.21$ and 0.29 , respectively). Opposing what was observed with total phenolics, the correlation between anthocyanins and FRAP decreased with the time of incubation. Similar results were observed in berries, indicating that the anthocyanins contained in these fruits are titrated at short reaction times.

Figure 5 shows the kinetic profile of FRAP of Pink

Lady apple pulp and blackberries. The FRAP capacity of apple pulp was 1.6 and 1.3 times higher than blackberries at 1 and 4 min of reaction, respectively. However, when FRAP-120 is measured, blackberries showed values 1.4 fold higher than the apple pulp values. This effect is better illustrated if we consider the FRAP-30 index: in this case, of Pink Lady apple pulp had FRAP-30 values 1.4 times lower than blackberry (Table 1).

DISCUSSION

The total phenolics measured in various apple cultivars are consistent with previous reports showing that the peel fraction contain higher amounts of these compounds than other edible parts of this fruit (10,26-29). Depending on the cultivar, phenolics in apple peel range from two to five times over the respective pulp fractions (27,28,30). In agreement with Tsao et al. (26), Red Delicious peel exhibited the highest phenolics content. The anthocyanins content of apple peel is associated with their appearance (27), and Red Delicious apples, deeply red colored, exhibited the highest amounts. The color is attributed mainly to the presence of a mix of cyanidin glycosides, of which cyanidin 3-galactoside is the main one, followed by traces of cya-

FIGURE 5
Time-course of the Fe^{2+} -TPTZ formation mediated by Pink Lady apple pulp and blackberries

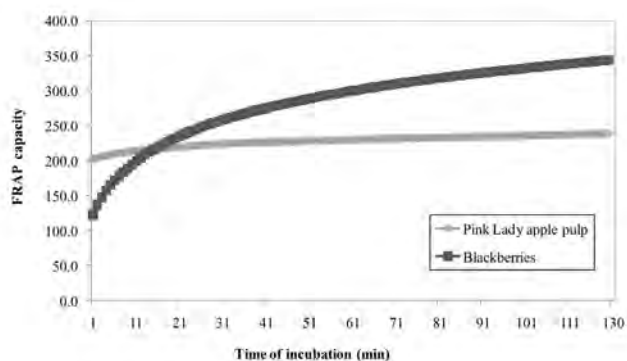


TABLE 1
FRAP values of apple peel and pulp and berries

| Species | Cultivar | Tissue | FRAP index $\mu\text{moles Fe}^{+2}/\text{g dry weight}$ | | | |
|--------------|--------------|--------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | FRAP-1 | FRAP-4 | FRAP-30 | FRAP-120 |
| Apple | R. Delicious | Peel | $363.4 \pm 26.5^{b,D}$ | $493.2 \pm 23.1^{a,C}$ | $759.9 \pm 2.2^{a,B}$ | $947.0 \pm 10.8^{a,A}$ |
| | Royal Gala | | $456.7 \pm 28.4^{a,C}$ | $515.9 \pm 34.2^{a,C}$ | $655.5 \pm 47.8^{b,B}$ | $773.2 \pm 49.0^{b,A}$ |
| | G. Smith | | $448.5 \pm 21.0^{a,C}$ | $532.0 \pm 11.1^{a,C}$ | $739.0 \pm 45.5^{ab,B}$ | $887.7 \pm 56.8^{a,A}$ |
| | Fuji | | $378.5 \pm 29.0^{b,C}$ | $422.8 \pm 22.3^{b,C}$ | $555.7 \pm 1.2^{c,B}$ | $655.7 \pm 18.6^{c,A}$ |
| | Pink Lady | | $337.8 \pm 6.5^{b,B}$ | $379.1 \pm 22.8^{b,B}$ | $468.7 \pm 39.8^{c,A}$ | $536.7 \pm 44.5^{d,A}$ |
| | R. Delicious | Pulp | $189.4 \pm 17.6^{c,C}$ | $209.1 \pm 19.6^{b,BC}$ | $259.8 \pm 25.6^{ab,AB}$ | $306.1 \pm 29.0^{a,A}$ |
| | G. Smith | | $247.5 \pm 21.1^{ab,C}$ | $265.8 \pm 24.1^{a,BC}$ | $318.3 \pm 23.4^{a,AB}$ | $363.4 \pm 24.7^{a,A}$ |
| | Fuji | | $216.2 \pm 21.2^{abc,B}$ | $232.0 \pm 20.9^{ab,B}$ | $272.8 \pm 22.9^{ab,AB}$ | $304.1 \pm 24.6^{ab,A}$ |
| | Royal Gala | | $256.8 \pm 26.6^{a,B}$ | $269.9 \pm 27.3^{a,AB}$ | $305.2 \pm 29.6^{a,AB}$ | $339.4 \pm 30.9^{a,A}$ |
| | Pink Lady | | $201.9 \pm 2.2^{b,c,C}$ | $206.4 \pm 3.2^{b,C}$ | $223.1 \pm 6.2^{b,B}$ | $238.4 \pm 5.5^{b,A}$ |
| Blackberries | Cherokee | Fruit | $122.7 \pm 12.9^{a,C}$ | $157.5 \pm 8.5^{a,C}$ | $256.6 \pm 4.4^{a,B}$ | $344.1 \pm 11.9^{a,A}$ |
| Blueberries | Duke | | $117.4 \pm 13.1^{ab,C}$ | $134.0 \pm 13.5^{ab,BC}$ | $198.2 \pm 14.7^{bc,AB}$ | $257.4 \pm 17.3^{bc,A}$ |
| Raspberries | Heritage | | $70.3 \pm 3.1^{b,C}$ | $90.8 \pm 3.3^{b,C}$ | $164.3 \pm 7.1^{c,B}$ | $229.6 \pm 14.5^{c,A}$ |
| Strawberries | Camarosa | | $105.0 \pm 13.1^{ab,C}$ | $132.3 \pm 12.6^{ab,C}$ | $219.2 \pm 10.0^{ab,B}$ | $303.1 \pm 12.2^{ab,A}$ |

Values are presented as mean of three replicates \pm standard error. Values in the same column for fruit or fruit tissue (FRAP indexes) followed by different small letters denote significant difference ($p < 0.05$). Values in the same row followed by different capital letter denote significant difference ($p < 0.05$).

nidin 3-glucoside, 3-arabinoxide, 3-xyloside, and 7-arabinoxide (26,27).

In agreement with our results, Heinonen et al. (23) and Wu et al. (4) showed that blackberries exhibit the highest total phenolics content, while Wu et al. (4) reported that blueberries exhibit a low value in comparison with blackberries and strawberries. On the other hand, the ranking observed in the anthocyanins content in the berry samples is in agreement with Kalt et al. (31). Similarly, Wang and Lin (32) reported that blackberries have higher anthocyanins contents than raspberries and strawberries.

FRAP is a convenient method widely used to estimate the antioxidant capacity of pure compounds as well as complex mixtures, such as fruits and vegetables. As already stated, FRAP assay measures the total capacity of a sample to reduce Fe^{3+} into Fe^{2+} after 4 min (FRAP-4) and equates such reducing ability to the total antioxidant capacity of the sample. The results obtained in FRAP-4 indicate that apple peel possess highly reactive antioxidants, which is in agreement with previous results (10,29,30,33). Interestingly, Chinnici et al. (34) associated the antioxidant capacity of apple peel (duplicating those in apple pulp) with a high concentration of phytochemicals such as quercetin glycosides and procyanidins. The apple cultivar exhibiting the highest FRAP value at 30 and 120 min was Red Delicious, which is in agreement with the values reported by Tsao et al. (33) and Lotito and Frei (35) in apple extracts. Depending on the cultivar, the antioxidant ca-

pacities of apple peels were 2.4 to 1.8-fold higher than the respective pulp values. These proportions are in agreement with Wolfe et al. (27), Drogoudi et al. (28), and Chinnici et al. (34). Considering the putative health protective compounds found in apple peel, this fraction may be freshly consumed in various forms as a valuable source of natural antioxidant phenolics and has a potential use as a valuable ingredient in the formulation of functional foods (36).

The high antioxidant capacity of blackberries is attributed to their content of phenolic acids and anthocyanins, which possess strong antioxidant activity (16). The ranking order of FRAP-4 values observed in berries is consistent with previous reports (37). However, Pellegrini et al. (16) and Halvorsen et al. (38) reported a different order. This is probably associated with the genetic characteristics (cultivars), environmental factors, agronomic practices, maturity and/or post-harvest conditions, all of which affect their chemical constitution and therefore, their antioxidants content (8,39).

The FRAP methodology has been proposed considering the evaluation of the visible absorption (at 593 nm) of Fe^{2+} -TPTZ complex after 4 min of reaction. This end point has been associated with a stabilization of the absorbance of the ferrous complex (17). However, when these conditions were applied to apple and berry samples, a continuous increase of the absorbance at 593 nm was observed. Thus, FRAP values showed a strong dependence on the time of incubation. In effect, mean initial FRAP-1 and FRAP 120 values ranged

TABLE 2
Correlation coefficients (r) between total phenolics content and FRAP indexes

| Fruit | Tissue | Correlation coefficients (r) | | | |
|---------|--------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | FRAP-1 | FRAP-4 | FRAP- 30 | FRAP - 120 |
| Apples | Peel | 0.14 (p > 0.05) | 0.56 (p < 0.05) | 0.80 (p < 0.01) | 0.83 (p < 0.01) |
| | Pulp | 0.10 (p > 0.05) | 0.25 (p > 0.05) | 0.53 (p < 0.05) | 0.65 (p < 0.01) |
| Berries | Fruit | 0.29 (p > 0.05) | 0.49 (p < 0.01) | 0.68 (p < 0.01) | 0.71 (p < 0.01) |

The correlation coefficient (r) and the corresponding significance values (p) are indicated; Differences at $p < 0.05$ are considered to be significant.

TABLE 3
Correlation coefficients (r) between anthocyanins content and FRAP

| Fruit | Tissue | Correlation coefficient (r) | | | |
|---------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | FRAP-1 | FRAP-4 | FRAP - 30 | FRAP - 120 |
| Apples | Peel | 0.66 (p < 0.01) | 0.19 (p > 0.05) | 0.21 (p > 0.05) | 0.29 (p > 0.05) |
| Berries | Fruit | 0.75 (p < 0.01) | 0.69 (p < 0.01) | 0.51 (p < 0.01) | 0.37 (p < 0.05) |

The correlation coefficient (r) and the corresponding significance values (p) are indicated; Differences at $p < 0.05$ are considered to be significant.

from 390 to 760, and 100 to 280 $\mu\text{moles Fe}^{2+}/\text{g d.w}$ for apples and berries, respectively. These FRAP-1 values may be related to the presence of very efficient antioxidants such as ascorbic acid, quercetin and catechin (18,20,40). When we applied incubation periods longer than 4 min, FRAP values differed significantly ($p < 0.05$), revealing that the evaluation at short times (1 to 15 min) underestimates the total antioxidant capacity that may be assessed at 120 min. Therefore, it is of major importance to standardize and apply the adequate time of reaction to compare the total antioxidant capacity of fruits and vegetables. If this is not taken into consideration, underestimations of the real antioxidant capacity will occur.

When the reactions are not allowed to reach the equilibrium, FRAP may be underestimated, among other reasons, due to the generation of new antioxidants through polymerization of phenolics that contribute to the total antioxidant capacity (20). Due to the complex mixture of antioxidant compounds present in fruits and vegetables, it is important to allow periods long enough to reach the equilibrium when comparing their total antioxidant capacity. In effect, after 60 min, the FRAP reaction kinetics of gallic acid after 1 and 4 min increased significantly (1.4 and 1.3 times at 1 and 4 min, respectively) since the reduction of the ferric-TPTZ complex was uninterrupted (data not shown). Pulido et al. (18) reported similar results, determining that the antioxidant capacity duplicated after 30 min, while the blank samples showed no modification of the absorbance during this time of incubation, confirming that the increments in the absorbance values were not caused by alterations of the reaction mixture with time. The fact that all assayed samples (apples and berries extracts, gallic acid solution) increased their reducing capacity with the incubation time probably reflects the ability of the antioxidant species to remain active. In food systems this process would offer protection over an extended period and therefore, aid in the prevention of early oxidative deterioration (41). On the other hand, if these molecules maintain an adequate antioxidant status *in vivo*, they would be able to protect the tissues from the oxidative damage caused by free radicals.

The time dependence of FRAP may be associated to different rates of Fe^{3+} -TPTZ – phenols reaction, due to the presence of phenolics with different reactivity (antioxidant molecules with fast, medium and slow reactivity) that would interact independently, and/or the

presence of metabolites that are highly reactive towards the Fe^{3+} -TPTZ complex. Independently of the reasons underlying the time-dependence of FRAP, the values obtained at 4 min of incubation does not show the “total” antioxidant capacity of the samples. This is supported since FRAP-30 and FRAP-120 indexes of apple peel correlated significantly and strongly with the total phenolics content. Therefore, in order to establish a relative ranking of the antioxidant capacity of different samples, it would be necessary to know the kinetic profiles of the Fe^{2+} -TPTZ formation. In addition, the weak correlations observed between FRAP-1 and FRAP-4 and total phenolics of apple peel would indicate that these compounds possess different reactivity. Our results demonstrate that not all antioxidants are able to reduce the Fe^{3+} -TPTZ rapidly enough to complete the reaction in a short time. For this reason, when we increased the time of incubation of these samples with the FRAP reagent, the correlations increased significantly (FRAP-30 and FRAP-120), indicating that these extracts contain a complex mixture of phenolics exhibiting lower reactivity, thus requiring longer time to reduce the Fe^{3+} -TPTZ into the ferrous form. Similar results were obtained in berries. The low correlations observed indicate that compounds other than phenolics, such as vitamin antioxidants, and/or synergism among these compounds and phenolics are contributing to the antioxidant capacity of the samples (18,41).

The FRAP assay should consider periods of incubation long enough to allow the reaction of all the different antioxidants contained in the extracts. Otherwise, the total antioxidant capacity is underestimated. Figure 5 shows that the FRAP-4 value of Pink Lady apple pulp was higher than that the blackberry value, while the opposite is seen in the FRAP-120 index, where the value measured in blackberry is 1.4 times higher than apple pulp. Therefore, extreme care must be taken when conclusions are obtained from FRAP results estimated at a single time of Fe^{3+} -TPTZ – sample reaction.

CONCLUSIONS

FRAP values of apple and berry extracts are strongly dependent upon the incubation time. Therefore, the FRAP index evaluated at 4 min (standard method) does not necessarily reflect the “total antioxidant capacity” of these samples. This implies that

the determination of the total antioxidant capacity of these fruit extracts, evaluated through the FRAP assay, requires longer periods of incubation. In effect, the FRAP values obtained at different incubation times (so-called FRAP-1, FRAP-4, FRAP-30 and FRAP-120, according to the incubation time used) for different samples produce contradictory results. In consequence, a kinetic FRAP profile should be realized for each type of sample analyzed in order to establish the most suitable incubation period to titrate all the reactive antioxidant species.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Chile) for doctorate scholarship to C. Henríquez.

REFERENCES

- Lampe J. Health effects of vegetables and fruits: Assessing mechanisms of action in human experimental studies. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70:475S-490S.
- Arts I, Hollman P. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81:317S-325S.
- Halliwell B, Gutteridge J. *Free Radicals in Biology and Medicine*; Oxford University Press: New York; 2000.
- Wu X, Beecher G, Holden J, Haytowitz D, Gebhardt S, Prior R. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in United States. *J Agr Food Chem.* 2004; 52:4026-4037.
- Zadernowski R, Naczek M, Nesterowicz, J. Phenolic acid profiles in some small berries. *J Agr Food Chem.* 2005; 53:2118-2124.
- Häkkinen S, Heinonen M, Kärenlampi S, Mykkänen H, Ruuskanen J, Torronen R. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Res Int.* 1999; 32:345-353.
- Kähkönen M, Hopia A, Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity. *J Agr Food Chem.* 2001; 49:4076-4082.
- Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J.* 2004; 3:5.
- Ehala S, Vaher M, Kaljurand M. Characterization of phenolic profiles of Northern European berries by capillary electrophoresis and determination of their antioxidant activity. *J Agr Food Chem.* 2005; 53:6484-6490.
- Khanizadeh S, Tsao R, Rekika D, Yang R, Charles MT, Rupasinghe H. Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *J Food Compos Anal.* 2008; 21: 396- 401.
- Pantelidis GE, Vasilakakis M, Manganaris GA, Diamantidis G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chem.* 2007; 102:777-783.
- Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliovaara M, Reunanen A, et al. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76:560-568.
- Rissanen T, Voutilainen S, Virtanen J, Venho B, Vanharante M, Mursu J, et al. Low intake of fruits, berries and vegetables is associated with excess mortality in men: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk factor (KIHD) study. *J Nutr.* 2003; 133:199-204.
- Scalbert A, Manach C, Morand C, Rémésy C. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2005; 45:287-306.
- Prior R, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agr Food Chem.* 2005; 53:4290-4302.
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M, et al. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J Nutr.* 2003; 133:2812-2819.
- Benzie I, Strain J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996; 239:70-76.
- Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agr Food Chem.* 2000; 48:3396-3402.
- Antolovich M, Prenzler P, Patsalides E, McDonald S, Robards K. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst.* 2002; 127:183-198.
- Ozgen M, Reese N, Tulio A, Scheerens J, Miller R. Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) methods. *J Agr Food Chem.* 2006; 54:1151-1157.
- Association of Official Analytical Chemists. 2006. *Official methods of analysis.* 18th Ed. Gaithersburg, Md: AOAC International, 2000 p.
- Vrhovsek U, Rigo A, Tonon D, Mattivi F. Quantitation of polyphenols in different apple varieties. *J Agr Food Chem.* 2004; 52:6532-6538.

23. Heinonen M, Meyer A, Frankel E. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J Agr Food Chem.* 1998; 46:4107-4112.
24. Singleton V, Rossi J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult.* 1965; 16:144-158.
25. Cheng G, Breen P. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J Am Soc Hort Sci.* 1991; 116:865-869.
26. Tsao R, Yang R, Young JC, Zhu H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). *J Agr Food Chem.* 2003; 51:6347-6353.
27. Wolfe K, Wu X, Liu R. Antioxidant activity of apple peels. *J Agr Food Chem.* 2003; 51:609-614.
28. Drogoudi P, Michailidis Z, Pantelidis G. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Sci Hortic.* 2008; 115:149 - 153.
29. Vieira F, Borges G, Copetti C, Gonzaga L, Nunes E, Fett R. Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three apple cultivars. *Arch Latinoamer Nutr.* 2009; 59:101-106.
30. Hassimotto NM, Genovese MI, Lajolo F. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *J Agr Food Chem.* 2005; 53:2928-2935.
31. Kalt W, Forney C, Martin A, Prior R. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J Agr Food Chem.* 1999; 47:4638-4644.
32. Wang S, Lin H. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agr Food Chem.* 2000; 48:140-146.
33. Tsao R, Yang R, Xie S, Sockovie E, Khanizadeh S. Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple?. *J Agr Food Chem.* 2005; 53:4989-4995.
34. Chinnici F, Bendini A, Gaiani A, Riponi C. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. *J Agr Food Chem.* 2004; 52:4684-4689.
35. Lotito S, Frei B. Relevance of apple polyphenols as antioxidants in human plasma: Contrasting in vitro and in vivo effects. *Free Radical Bio Med.* 2004; 36:201-211.
36. Henríquez C, Speisky H, Chiffelle I, Valenzuela T, Araya M, Simpson R, Almonacid S. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fibre. *J Food Sci.* 2010; 75:H172-H181.
37. Halvorsen B, Holte K, Myhrstad M, Barikmo I, Hvat- tum E, Fagertun S, et al. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr.* 2002; 132:461-471.
38. Halvorsen B, Carlsen M, Phillips K, Bøhn S, Holte K, Jacobs D, et al. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr.* 2006; 84:95-135.
39. Tomás-Barberán F, Espín J. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J Sci Food Agric.* 2001; 81:853-876.
40. Janaszewska A, Bartosz G. Assay of total antioxidant capacity: Comparison of four methods as applied to human blood plasma. *Scand J Clin Lab Inves.* 2002; 62:231-236.
41. Imeh U, Khokhar S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: Antioxidant activity and cultivar variations. *J Agr Food Chem.* 2002; 50:6301-6306.

Recibido: 06-01-2011

Aceptado: 08-06-2011

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver. A continuación se entrega un resumen de los aspectos más relevantes para la preparación de manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas y se añaden algunas recomendaciones específicas para ALAN.

REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS VÍA ELECTRÓNICA

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: página del Título y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.
- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría

firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.

- Para mayor orientación, los autores deberán consultar un ejemplar reciente de la revista.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: info@alan-revista.org
- Guarde copia de todo lo que envíe.

PORTADA

La portada debe llevar la siguiente información:

1. Título. Los títulos concisos son más fáciles de leer que los largos y enrevesados. Debe contener toda la información que permita la recuperación electrónica específica del artículo.
2. Los nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Indique el grado académico más alto de cada autor.
3. El nombre del departamento(s) e institución(es) a los que debe atribuirse el trabajo.
4. El autor corresponsal. Indique el nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.

La segunda página incluirá un resumen escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

Al final del resumen agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

INTRODUCCIÓN

Proporcione el contexto o los antecedentes del estudio,

es decir, la naturaleza del problema y su importancia. Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Hay que expresar con claridad los objetivos principales y secundarios y describir todo análisis de subgrupos que haya sido especificado con anterioridad. Mencione las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

MATERIALES Y MÉTODOS

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos, reactivos y productos químicos utilizados, indicando nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio. Para mayor información sobre estos aspectos, consulte la Sección J del Título III del documento que se indica al final.

Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales, pueda verificar los resultados presentados. Indique claramente el método y modelo estadístico utilizado, cálculo de la muestra, tipo de muestreo, las transformaciones hechas a los datos para facilitar su análisis y el nivel de significancia empleado.

RESULTADOS

Presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de las Tablas ni de las Figuras; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes. Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras. No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de Tablas y Figuras.

DISCUSIÓN

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos adecuados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

CONCLUSIONES

Pueden presentarse las conclusiones más relevantes considerando los objetivos del trabajo y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido. No cite referencias bibliográficas en esta sección.

AGRADECIMIENTOS

Puede hacerse mención a la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

TABLAS

Elabore las Tablas a doble espacio y numérelas consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada una. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada Tabla. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: *, †, ‡, ††, **, †††, ††††.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media. No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de las Tablas. Cerciórese de que cada Tabla aparezca citada en el texto.

Al aceptar un artículo, el Comité Editorial podrá recomendar que las Tablas suplementarias que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensas para publicarlas, queden depositadas en un servicio de archivo, como

el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionadas por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Las Tablas se incorporan al final del manuscrito.

FIGURAS

Las figuras estarán elaboradas de manera profesional. En caso de fotografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones de buena calidad y contraste. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las Figuras; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán al pie o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Las Figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Las Figuras en blanco y negro deben ir al final del manuscrito.

UNIDADES DE MEDIDA

Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

REFERENCIAS

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa»

o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto.

Todas las referencias deberán presentarse de modo correcto y completo. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

EJEMPLOS

Artículos de revistas

1. Artículo estándar:

Hasta seis autores:

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002;347:284-7.

Más de seis autores:

Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935(1-2):40-6.

2. Institución como autor

Diabetes Prevention Program Research Group. Hypertension, insulin, and proinsulin in participants with impaired glucose tolerance. *Hypertension.* 2002;40(5):679-86.

3. No se indica el nombre del autor

21st century heart solution may have a sting in the tail. *BMJ.* 2002;325(7357):184.

4. Suplemento de un volumen

Geraud G, Spierings EL, Keywood C. Tolerability and safety of frovatriptan with short-and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. *Headache.* 2002;42 Suppl 2:S93-9.

5. Suplemento de un número

Glauser TA. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology.* 2002;58(12 Suppl 7):S6-12.

6. Parte de un volumen

Abend SM, Kulish N. The psychoanalytic method from an epistemological viewpoint. *Int J Psychoanal.* 2002;83(Pt 2):491-5.

7. Parte de un número

Ahrar K, Madoff DC, Gupta S, Wallace MJ, Price RE, Wright KC. Development of a large animal model for lung tumors. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13(9 Pt 1):923-8.

8. *Artículo publicado en formato electrónico antes que en versión impresa*

Yu WM, Hawley TS, Hawley RG, Qu CK. Immortalization of yolk sac-derived precursor cells. *Blood*. 2002 Nov 15;100(10):3828-31. Epub 2002 Jul 5.

Libros y otras monografías

9. *Autores individuales*

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. *Medical microbiology*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

10. *Directores ("editores"), compiladores como autores*

Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, VanDorsten JP, editors. *Operative obstetrics*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002.

11. *Autor (es) y editor (es)*

Breedlove GK, Schorfheide AM. *Adolescent pregnancy*. 2nd ed. Wiecek RR, editor. White Plains (NY): March of Dimes Education Services; 2001.

12. *Institución (es) como autor*

Royal Adelaide Hospital; University of Adelaide, Department of Clinical Nursing. *Compendium of nursing research and practice development, 1999-2000*. Adelaide (Australia): Adelaide University; 2001.

13. *Capítulo de libro*

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. *The genetic basis of human cancer*. New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

14. *Tesis*

Borkowski MM. *Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [dissertation]*. Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002.

15. *Patente*

Pagedas AC, inventor; Ancel Surgical R&D Inc., assignee. Flexible endoscopic grasping and cutting device and positioning tool assembly. United States patent US 20020103498. 2002 Aug 1.

Otros tipos de publicaciones

16. *Artículo de periódico*

Tynan T. Medical improvements lower homicide rate: study sees drop in assault rate. *The Washington Post*. 2002 Aug 12;Sect. A:2 (col. 4).

17. *Documentos legales*

Ley pública:

Veterans Hearing Loss Compensation Act of 2002, Pub. L. No. 107-9, 115 Stat. 11 (May 24, 2001).

Material en soporte electrónico

18. *CD-ROM*

Anderson SC, Poulsen KB. *Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

19. *Artículo de revista en Internet*

Abbot S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs [serial on the Internet]*. 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6): [about 3 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

COSTO POR PÁGINA

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 20 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título del documento que sigue: UNIFORM REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS SUBMITTED TO BIOMEDICAL JOURNALS: WRITING AND EDITING FOR BIOMEDICAL PUBLICATION. Updated October 2008. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>