



ISSN 1415-5273

Volume 17 | Número 1

Janeiro - Março • 2004

Revista de Nutrição

Brazilian Journal of Nutrition

Editora / Editor

Profa. Dra. Rosa Wanda Diez Garcia

Editores Associados / Associate Editors

Prof. Dr. Admar Costa de Oliveira - Unicamp, Campinas
Prof. Dr. Flávio L. S. Valente - ABRANDH, Brasília
Profa. Dra. Márcia Regina Vítolo - Unisinos
Profa. Dra. Maria Cristina Faber Boog - Unicamp, Campinas
Profa. Dra. Rossana Pacheco da Costa Proença - UFSC, Florianópolis
Profa. Dra. Semíramis Martins Álvares Domene - PUC-Campinas

Editora Financeira / Financial Editor

Profa. Dra. Vânia A. Leandro Merhi - PUC-Campinas

Editora Gerente / Manager Editor

Maria Cristina Matoso - SBI/PUC-Campinas

Conselho Editorial / Editorial Board

Ana Marlúcia Oliveira Assis - UFBA, Salvador
César Gomes Victora - UFPel, Pelotas
Daisy B. Wolkoff - UERJ, Rio de Janeiro
Denise Coitinho - Ministério da Saúde, Brasília
Francisco A.G. de Vasconcelos - UFSC, Florianópolis
Josefina B. R. Monteiro - UFV, Viçosa
Rosely Sichieri - UERJ, Rio de Janeiro
Valdemiro Carlos Sgarbieri - ITAL, Campinas

Comitê Editorial / Editorial Committee

Maria Angélica Tavares Medeiros
Rosa Wanda Diez Garcia
Semíramis Martins Álvares Domene
Silvana Mariana Srebernick

Equipe Técnica / Technical Group

Maria Cristina Matoso - **Normalização / Normalization**
Rosaly Davis Alves - **Revisão do idioma inglês / English revision**
Denise Peres Sales - **Apoio Administrativo / Administrative Support**

O Conselho Editorial não se responsabiliza por conceitos emitidos em artigos assinados.

The Board of Editors does not assume responsibility for concepts emitted in signed articles.

A eventual citação de produtos e marcas comerciais não expressa recomendação do seu uso pela Instituição.

The eventual citation of products and brands does not express recommendation of the Institution for their use.

Copyright © Revista de Nutrição

É permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte. A reprodução total depende da autorização da Revista.

Partial reproduction is permitted if the source is cited. Total reproduction depends on the authorization of the Revista de Nutrição.

Revista de Nutrição é continuação do título Revista de Nutrição da Puccamp, fundada em 1988. É publicada trimestralmente e é de responsabilidade da Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Publica trabalhos da área de Nutrição e Alimentos.

Revista de Nutrição is former Revista de Nutrição da Puccamp, founded in 1988. It is published every four months and it is of responsibility of the Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. It publishes works in the field of Nutrition and Food.

COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

Os manuscritos (um original e duas cópias) devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI/CCV conforme as "Instruções aos Autores", publicadas no final de cada fascículo.

All manuscripts (the original and two copies) should be sent to the Núcleo de Editoração SBI/CCV and should comply with the "Instructions for Authors", published in the end of each issue.

ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

Pedidos de assinatura ou permuta devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI/CCV.

Anual: • Pessoas físicas: R\$70,00
• Institucional: R\$90,00

Subscription or exchange orders should be addressed to the Núcleo de Editoração SBI/CCV.

Anual: • Individual rate: R\$70,00
• Institutional rate: R\$90,00

Exchange is accepted

CORRESPONDÊNCIA / CORRESPONDENCE

Toda a correspondência deve ser enviada à Revista de Nutrição no endereço abaixo:

All correspondence should be sent to Revista de Nutrição at the address below:

Núcleo de Editoração SBI/CCV - Campus II - Av. John Boyd Dunlop, s/n. - Bloco B-39 - Jd. Ipaussurama - 13059-900 Campinas, SP.
Fone/Fax: +55-19-3729-8576

E-mail: revistas.ccv@puc-campinas.edu.br

Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ccv>

<http://www.scielo.br/rn>

INDEXAÇÃO / INDEXING

A Revista de Nutrição é indexada nas Bases de Dados internacionais: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), CAB Abstract, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Chemical Abstract, SciELO, Popline, NISC.

Revista de Nutrição is indexed in the following international Databases: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), CAB Abstract, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Chemical Abstract, SciELO, Popline, NISC.



CTBRASIL
Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL



PUC
CAMPINAS
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

Revista de Nutrição é associada à
Associação Brasileira de Editores Científicos





ISSN 1415-5273

Revista de Nutrição

Brazilian Journal of Nutrition

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação – SBI – PUC-Campinas

Revista de Nutrição = Brazilian Journal of Nutrition. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Faculdade de Nutrição. – Campinas, SP, v.16, n.1, jan./mar. (2003-).

Trimestral.

Semestral 1988-1998; Quadrimestral 1999-2002; Trimestral 2003-
Resumo em Português e Inglês.

Apresenta suplemento.

Continuação de Revista de Nutrição da PUCCAMP 1988-2001 v.1-v.14;

Revista de Nutrição = Journal of Nutrition 2002 v.15.

ISSN 1415-5273

1. Nutrição – Periódicos. 2. Alimentos – Periódicos. I. Pontifícia
Universidade Católica de Campinas. Faculdade de Nutrição. Centro de Ciências
da Vida.

CDD 612.3

CDU 612.3

REVISTA DE NUTRIÇÃO

ISSN 1415-5273

Artigo Especial | *Special Article*

- 5 Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro
Causes and consequences of iron deficiency
• Manuel Olivares, Tomás Walter

Artigos Originais | *Original Articles*

- 15 Representações sobre consumo alimentar e suas implicações em inquéritos alimentares: estudo qualitativo em sujeitos submetidos à prescrição dietética
Representations on food intake and its implications in nutritional investigations: qualitative study with subjects submitted to dietary prescriptions
• Rosa Wanda Diez Garcia
- 29 Prevalência da amamentação em crianças menores de dois anos vacinadas nos centros de saúde escola
Breastfeeding prevalence among children less than two years old immunized in primary health care school services
• Daniella Fernandes Camilo, Roberta Villas Boas Carvalho, Eduardo Freire de Oliveira, Erly Catarina de Moura
- 37 Anemia em adolescentes segundo maturação sexual
Anemia among adolescents according to sexual maturation
• Bianca Assunção Iuliano, Maria Fernanda Petrolí Frutuoso, Ana Maria Dianezi Gambardella
- 45 Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos
Modifications in the gravimetric non enzymatic method for determination of soluble and insoluble dietary fiber in fruits
• Nonete Barbosa Guerra, Paulo Roberto de Barros Salomão David, Débora Dias de Melo, Adriana Barbora Buarque Vasconcelos, Mônica Rabelo Maciel Guerra
- 53 Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.)
Total phenolics and antioxidant activity of the aqueous extract of mung bean sprout (Vigna radiata L.)
• Vera Lúcia Arroxelas Galvão de Lima, Enayde de Almeida Mélo, Maria Inês Sucupira Maciel, Geane Soares Beltrão Silva, Daisyvângela Eucrêmia da Silva Lima

- 59 Recuperação da desnutrição em ratos mediante rações adicionadas ou não de suplemento alimentar e de vitaminas e minerais durante o período de crescimento
Recovery from malnutrition in rats with or without the addition of dietary food supplements, vitamins and minerals during the growth period
• Maria Angélica Guzmán-Silva, Aline Rabello Wanderley, Viviane Miguel Macêdo, Gilson Teles Boaventura

Artigos de Revisão | *Review Articles*

- 71 Fortificación de alimentos con hierro y zinc: pros y contras desde un punto de vista alimenticio y nutricional
Food fortification with iron and zinc: pros and cons from a dietary and nutritional viewpoint
• José Boccio, Josefina Bressan Monteiro
- 79 Importância do zinco na nutrição humana
The importance of zinc in human nutrition
• Denise Mafra, Sílvia Maria Franciscato Cozzolino
- 89 Antioxidantes da dieta como inibidores de nefrotoxicidade induzida pelo antitumoral cisplatina
Dietary antioxidants as inhibitors of cisplatin-induced nephrotoxicity
• Lusânia Maria Greggi Antunes, Maria de Lourdes Pires Bianchi

Comunicações | *Communications*

- 97 Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise
Methods of body composition assessment in patients undergoing hemodialysis
• Maria Ayako Kamimura, Sergio Antônio Draibe, Dirce Maria Sigulem, Lillian Cuppari
- 107 Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais
Effects of supplementation and food fortification on mineral bioavailability
• Adriana Soares Lobo, Vera Lúcia Cardoso Tramonte
- 115 Instruções aos Autores
Instructions for Authors

Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro

Causes and consequences of iron deficiency

Manuel OLIVARES¹

Tomás WALTER¹

RESUMEN

La deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más prevalente y la principal causa de anemia a escala mundial. Además de las manifestaciones propias de la anemia, se han descrito otras manifestaciones no hematológicas tales como: disminución de la capacidad de trabajo físico y de la actividad motora espontánea, alteraciones de la inmunidad celular y de la capacidad bactericida de los neutrófilos, disminución de la termogénesis, alteraciones funcionales e histológicas del tubo digestivo, falla en la movilización de la vitamina A hepática, mayor riesgo de parto prematuro, bajo peso de nacimiento y de morbilidad perinatal, menor transferencia de hierro al feto, una disminución de la velocidad de crecimiento, alteraciones conductuales y del desarrollo mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual, y reducción del tono vagal. La prevención de la deficiencia de hierro incluye cambios en los hábitos alimentarios, fortificación de los alimentos y la suplementación con hierro.

Términos claves: deficiencia de hierro, anemia, lactantes, niño, embarazo, desarrollo mental.

ABSTRACT

Iron deficiency is the most prevalent nutritional deficiency and the main cause of anemia worldwide. Apart from anemia effects, other non-hematological manifestations have been described, such as decreased capacity for physical work and spontaneous motor activity, impairment of cell-mediated immunity and bactericidal capacity of neutrophils, decreased thermoregulation, functional and histological abnormalities of the gastrointestinal tract, defective mobilization of liver vitamin A, increased risk of premature labor, low birth-weight and perinatal morbidity, reduced iron transfer to the fetus and growth retardation, behavioral disorders and mental and motor development delays, decreased auditory and visual systems nerve conduction velocity, as well as reduction of the vagal tone. The prevention of iron deficiency can be accomplished by changes in dietary patterns, food fortification and iron supplementation.

Index terms: iron deficiency, anemia, infants, child, pregnancy, mental development.

¹ Laboratorio de Micronutrientes, INTA, Universidad de Chile. Casilla 138-11, Santiago, Chile. Correo electrónico: twalter@inta.cl

INTRODUCCIÓN

El hierro pese a encontrarse en cantidades muy pequeñas en nuestro organismo, participa como cofactor en numerosos procesos biológicos indispensables para la vida, tales como el transporte de oxígeno, fosforilación oxidativa, metabolismo de neurotransmisores y la síntesis de ácido desoxiribonucleico¹.

La deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más prevalente a escala mundial y la principal causa de anemia². En los países en vías de desarrollo los grupos más afectados son los niños debido a los mayores requerimientos determinados por el crecimiento, y en la mujer en edad fértil por la pérdida de hierro debida al sangramiento menstrual o a las mayores necesidades de este mineral requeridas por el embarazo. Este aumento de las necesidades no es cubierto por la dieta habitual la que tiene cantidades insuficientes de hierro y/o presenta una baja biodisponibilidad de este nutriente (predominante en inhibidores de la absorción de hierro y con un bajo contenido de hierro hemínico)³.

En la infancia la causa más frecuente de la carencia de hierro es la nutricional, originada por la dificultad de cubrir los mayores requerimientos de este mineral por la dieta habitual, predominantemente láctea⁴. Esta predisposición a desarrollar anemia es aún mayor en el prematuro debido a sus menores depósitos de hierro al nacer y requerimientos de hierro más elevados. Esta susceptibilidad también es mayor en el niño con lactancia artificial, a menos que reciba fórmulas lácteas fortificadas, ya que el contenido de hierro de la leche de vaca es bajo y este mineral es pobremente absorbido, solo un 4%⁵. Por el contrario el lactante de término alimentado con leche materna exclusiva, pese al bajo contenido de hierro de ésta, se encuentra protegido hasta los 6 meses de vida debido a la excelente biodisponibilidad del hierro de esta leche, un 50%⁶.

En el niño mayor debido a la disminución del ritmo de crecimiento y a una dieta más abundante y variada, la etiología nutricional es menos prevalente, siendo habitualmente a esta edad la deficiencia una situación que se arrastra desde el período de lactante⁴. En esta etapa de la vida adquieren importancia otras causas, especialmente las pérdidas sanguíneas aumentadas y el síndrome de malabsorción. De los sangramientos el más frecuente es el digestivo. En las regiones tropicales una causa común de pérdida crónica de sangre son infestaciones por parásitos intestinales hematófagos, como la ancilostomiasis y la trichocefalosis masiva. La malaria, en regiones donde es endémica aumenta la incidencia de la anemia, pero no se debe exclusivamente al déficit de hierro.

En la mujer en edad reproductiva la pérdida de hierro por la menstruación determina un aumento de los requerimientos de este mineral, lo que hace que este grupo sea más vulnerable a experimentar una deficiencia de hierro⁷. Existen importantes variaciones individuales en la pérdida de hierro por la menstruación, sin embargo en una misma mujer esta variación entre diferentes períodos es pequeña. Por otra parte los métodos anticonceptivos pueden alterar significativamente la pérdida menstrual. La pérdida de hierro es menor en mujeres que utilizan anticonceptivos orales y mayor que lo normal cuando utilizan dispositivos intrauterinos⁸. El requerimiento de hierro para afrontar un embarazo es de 1040mg. De esta cifra 350mg son entregados al feto y placenta y 250mg se pierden con el sangramiento del parto. En el periodo de gestación se necesitan 450mg para cubrir la demanda impuesta por la expansión de la masa eritrocitaria materna. Las pérdidas basales normales continúan, excepto la pérdida menstrual, lo que suma aproximadamente 240mg. Sin embargo, la pérdida neta de hierro es de 840mg (1040mg – 250mg perdidos en el parto + 450mg recuperados en el post parto al contraerse la masa eritrocitaria)⁹. Esta pérdida neta es mayor en partos por cesárea, ya que el sangramiento es casi el doble que en un parto normal.

Los requerimientos de hierro son desiguales durante el embarazo. La cantidad promedio de hierro absorbido requerido diariamente es de 0,8mg en el primer trimestre (incluso menor que el la mujer no gestante), concentrándose la mayor parte de los requerimientos en los dos últimos trimestres, 4,4mg en el segundo trimestre y 6,3mg en el tercer trimestre en mujeres que comienzan su embarazo con depósitos ausentes o mínimos¹⁰. Por otra parte, la absorción de hierro dietario es baja en el primer trimestre, para luego aumentar progresivamente a medida avanza el embarazo, llegando a triplicarse alrededor de la semana 36 de gestación⁹. No obstante este aumento, es imposible cubrir los elevados requerimientos sólo con el aporte de hierro de la dieta. Se estima, que a pesar del aumento de la absorción de hierro, se requieren entre 300 a 500mg de depósitos de hierro previo a la concepción para cubrir el déficit neto de hierro impuesto por el embarazo⁹. Esta cuantía de depósitos de hierro es difícil de encontrar aún en sociedades con altos ingresos económicos. En un grupo de 343 adolescentes embarazadas del área sur oriente de Santiago, un 77% tenía depósitos de hierro inferiores a 300mg durante el primer trimestre de gestación y un 95% inferiores a 500mg¹¹. En embarazadas multiparas, con períodos intergestacionales cortos, esta condición suele ser aún peor. En un estudio realizado en Santiago, un 27% de mujeres adultas tenía depósitos de hierro depletados en el primer trimestre de la gestación¹².

Cuando el aporte de hierro es insuficiente para cubrir los requerimientos se producen etapas progresivas de severidad de la deficiencia de hierro^{4,13}. Primero se agotan los depósitos (deficiencia latente) que se caracteriza por una disminución de la Ferritina Sérica (FS). Si el aporte insuficiente continúa se compromete el aporte de hierro tisular (eritropoyesis deficiente en hierro) que se caracteriza precozmente por un aumento de los Receptores de Transferrina Séricos (RTf) y más tarde por una disminución de la Saturación de la Transferrina (Sat) y aumento de la Protoporfirina Libre Eritrocitaria (PLE). Finalmente

al persistir el balance negativo se llega a la etapa más severa, caracterizada por una anemia microcítica hipocroma.

La forma ideal de prevenir la carencia de hierro es mediante una dieta adecuada, lo que no siempre es posible de lograr por limitaciones económicas o hábitos muy arraigados. La fortificación de los alimentos con hierro es la forma más práctica de prevenir la carencia de hierro¹⁴. Su principal ventaja es que el consumo de estos productos no requiere de una conducta activa del sujeto. Cuando no se está consumiendo alimentos fortificados con hierro o se requiere proveer una gran cantidad de hierro en un período corto (embarazo o anemia clínica), se recomienda la suplementación con hierro medicinal¹⁴. La efectividad de esta medida se ve principalmente limitada por la dificultad de mantener la motivación de consumir el medicamento en individuos sanos, así como el hecho que algunos individuos pueden experimentar molestias gastrointestinales, especialmente cuando se utilizan dosis altas. La incidencia de estos efectos adversos se puede disminuir cuando se utilizan compuestos de hierro protegidos, los que liberan mas gradualmente el hierro iónico a nivel intestinal, o se recurre a una suplementación intermitente en la cual el hierro es administrado una vez a la semana.

En Chile, la anemia ferropriva no es un problema de consideración en preescolares, escolares y hombre adulto y que la prevalencia en el lactante ha disminuido notablemente a cerca de un 8%. En la mujer en edad fértil la prevalencia es de 8% a 10% y aumenta a un 20% en embarazadas durante el segundo y tercer trimestre de gestación. Este perfil de prevalencia de anemia se explica por los programas nacionales de fortificación de alimentos. En Chile desde la década del 50 la harina de trigo está fortificada por ley con hierro, como sulfato ferroso, 30mg/kg y a partir de 1999 la leche que entrega el Programa Nacional de Alimentación Complementaria fue fortificada con 10mg de hierro, como sulfato ferroso, 5mg de cinc, 0,5mg de cobre y 70mg de

ácido ascórbico por 100g de polvo. En el embarazo, dado los altos requerimientos en un corto período de tiempo, la estrategia a utilizar es la suplementación preventiva, la que se indica a partir del segundo semestre de la gestación.

Consecuencias de la deficiencia de hierro

Las manifestaciones de la carencia de hierro derivan de aquellas propias de la anemia, y de otras no hematológicas causadas por una malfunción de las enzimas hierro dependientes. Se han descrito alteraciones de la capacidad de trabajo físico y de la actividad motora espontánea, alteraciones de la inmunidad celular y de la capacidad bactericida de los neutrófilos, una controvertida mayor susceptibilidad a las infecciones especialmente del tracto respiratorio, disminución de la termogénesis, alteraciones funcionales e histológicas del tubo digestivo, falla en la movilización de la vitamina A hepática, mayor riesgo de parto prematuro y de morbilidad perinatal, menor transferencia de hierro al feto, disminución de la velocidad de crecimiento, alteraciones conductuales y del desarrollo mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual, y reducción del tono vagal¹⁶⁻²².

Analizaremos en más detalles los efectos de la deficiencia de hierro sobre la esfera cognitiva y conductual, así como sobre el embarazo y su producto.

Consecuencias de la deficiencia de hierro en el embarazo

Desde hace ya bastante tiempo se ha estudiado la relación entre los niveles maternos de hemoglobina o hematocrito y el curso del embarazo. Existe una asociación entre el hematocrito/hemoglobina materna, parto prematuro (<37 semanas de gestación), bajo peso de nacimiento (<2.500g) y morbi-mortalidad perinatal²³⁻³⁰. Hay evidencias que la asociación

entre hemoglobina baja y parto prematuro se da sólo en los dos primeros trimestres de gestación^{24,27-30}. Por otra parte existe una relación entre la severidad de la anemia y el curso del embarazo. Zhou *et al.*²⁸, en 829 embarazadas, demostraron una asociación entre la severidad de la anemia en el primer trimestre y el riesgo de bajo peso de nacimiento y parto prematuro. El riesgo de parto prematuro aumentó en 1,6 veces con hemoglobina entre 10g/dL y 10,9g/dL, en 2,6 veces con hemoglobina entre 9g/dL y 9,9g/dL y en 3,7 veces con hemoglobina entre 6g/dL y 8,9g/dL. Por otro lado se ha observado un aumento de parto prematuro, bajo peso de nacimiento y muerte fetal con valores altos de hematocrito/hemoglobina (>13g/dL)^{23,24,31,32}. En las relaciones en forma de “U” habitualmente los factores que actúan en los extremos son diferentes. En el extremo inferior es probablemente la deficiencia de hierro, mientras en el nivel alto son los procesos hipertensivos del embarazo, particularmente la preeclampsia, en que el aumento de la concentración de hemoglobina se acompañan de una reducción del volumen plasmático con el consiguiente aumento relativo de la concentración de la hemoglobina, aumento de la viscosidad sanguínea, disminución de la perfusión tisular, placentaria y fetal, y alteraciones de la microcirculación con un aumento del riesgo de tromboembolismo³¹.

Si bien la deficiencia de hierro es la principal etiología de la anemia de embarazo, ésta también puede deberse a otras condiciones tales como otras deficiencias nutricionales (folato, vitamina A), infección/inflamación y hemodilución³³.

Los estudios en los que se ha evaluado el efecto de la anemia ferropriva sobre el embarazo han demostrado el efecto que la anemia ferropriva que ocurre tempranamente en el embarazo se asocia a un riesgo relativo 2,66 veces mayor de parto prematuro y 3,1 veces de bajo peso de nacimiento³⁰. El riesgo de parto prematuro 5 veces mayor cuando se le añadía una metrorragia previa o concurrente³⁰. Al seguir controlando a estas

embarazadas no se observa un mayor aumento del riesgo después de la semana 38.

La suplementación con hierro de la embarazada, en poblaciones con una alta prevalencia de anemia ferropriva, especialmente al comenzar precozmente, no produce un mayor riesgo de valores elevados de hemoglobina. Por el contrario mejora su nutrición de hierro, aumenta la duración de la gestación y el peso de nacimiento³³.

Hasta hace no mucho tiempo se pensaba que la nutrición de hierro de la madre no tenía ningún impacto sobre la nutrición de hierro del recién nacido y lactante, salvo en casos de una deficiencia materna de hierro severa³³. Esta falta de relación obedecía mas bien a problemas metodológicos. Estudios realizados en países en los que la deficiencia de hierro en la embarazada es alta, han mostrado una asociación entre la nutrición de hierro materna y los niveles de ferritina sérica en el cordón³⁴⁻³⁷. Los niveles de ferritina de lactantes menores hijos de madres que recibieron suplementación con hierro durante el embarazo son significativamente más elevados que los de hijos de madres no suplementadas con hierro³³. Por otra parte los hijos de madres con anemia ferropriva al momento del parto tienen una mayor prevalencia de anemia ferropriva durante el primer año de vida habiéndose controlado otros factores confundentes³⁸⁻⁴⁰.

Consecuencias de la deficiencia de hierro sobre el SNC

Desde el pionero trabajo de Oski⁴¹ hace 25 años, han aparecido decenas de estudios demostrando inequívocamente que la anemia ferropriva en la infancia produce un retraso del desarrollo psicomotor. Más recientemente, se describió que estos efectos deletéreos persisten hasta los 5 y 10 años. La tercera generación de estas investigaciones ha sido categórica en demostrar alteraciones en la maduración del sistema nervioso central que también persisten más allá de la infancia. Lo más inquietante de

estos hallazgos, es que parecieran no ser reversibles, aún a largo plazo, a pesar del tratamiento oportuno y satisfactorio de la anemia de acuerdo con las normas pediátricas habituales. Estos hechos ponen énfasis en la importancia de medidas de prevención de la anemia por carencia de hierro.

Muchas de las investigaciones iniciales adolecieron de los inconvenientes de no contar con adecuados instrumentos de medida de la conducta y dificultades para la identificación de controles no anémicos comparables con los sujetos afectados. Posteriormente, aparecieron trabajos en lactantes de 6 a 24 meses que sortearon adecuadamente estos obstáculos. Entre estos, destacan 2; el estudio de Lozoff *et al.*⁴² en Costa Rica y el de Walter *et al.* en Chile⁴³. Ambos grupos documentaron que los lactantes con anemia ferropriva presentaban retrasos en el desarrollo psicomotor significativos al compararlos con lactantes suficientes en hierro. También es cierto, que aunque el retraso era leve, éste era consistente. Entre los anémicos, mientras más severa y prolongada era la anemia, más pronunciado el defecto. Curiosamente y coincidiendo con otros estudios, los lactantes con déficit de hierro, pero sin anemia, se comportaron igual a los niños con óptima nutrición en hierro. La explicación de esta aparente paradoja no está clarificada. Sin embargo, en estudios animales sometidos a balance negativo de hierro, se agotan las reservas de hierro tanto en la médula ósea como en el hígado y la mitocondria, mucho antes que descienda la hemoglobina. Es verosímil imaginar, que los niños anémicos deben estar sometidos a una carencia de hierro más severa en los tejidos, necesaria para reflejarse en conducta. También es cierto que los instrumentos para medir desarrollo a esta edad no son muy discriminantes. Como en el estudio chileno todos los niños tenían la misma edad (12 meses), se pudieron examinar las mismas tareas para identificar que áreas específicas eran las más afectadas. En la escala mental: el desarrollo del lenguaje y en la (psico) motora, el equilibrio en la bipedestación y la marcha.

Todos los estudios, excepto uno⁴⁴, no han podido demostrar una recuperación de la conducta a corto o mediano plazo (hasta 6 meses). Sin embargo, ya que el desarrollo psicomotor no es un buen predictor del futuro desempeño cognitivo, más importante aún, es necesario estudiar el impacto a más largo plazo en niños mayores. En los 2 estudios descritos anteriormente^{42,43}, se siguieron longitudinalmente a los niños hasta los 5 y 10 años. Para evaluar los niños a los 5 años, los investigadores acordaron usar las mismas pruebas y así poder comparar resultados^{45,46}. Ambos estudios coincidieron sorprendentemente en todas las funciones; los niños que al año fueron anémicos, tenían un desempeño significativamente inferior a los controles previamente no anémicos. Por ejemplo, en ambos estudios a los 5 años, el Coeficiente Intelectual (CI) en ambos casos fue 5 puntos inferior en los previamente anémicos. Aparte del CI, las otras pruebas fueron: integración psicomotora; destreza motora fina y gruesa; una escala de preparación para la escolaridad, y una escala de lenguaje expresivo y receptivo. Consistentemente en todas estas pruebas y tanto en Costa Rica como en Chile se hallaron mermas significativas de desempeño en los previamente anémicos en comparación a los controles. Esto adquiere mayor importancia, porque la exploración cognitiva a esta edad es más sofisticada y otorga una buena predicción del desempeño futuro. A los 10-12 años Lozoff *et al.*⁴⁷ evaluaron a los niños con una batería de pruebas cognitivas, socio-emocionales, motoras y de desempeño escolar. Los niños que habían presentado anemia al año presentaron inferiores resultados en pruebas de función mental y motora. Al controlar estadísticamente por factores de confusión, siguieron exhibiendo desempeño deficiente en aritmética, expresión escrita, motricidad y algunos procesos cognitivos como la memoria espacial, recuerdo selectivo y otros. También fue más frecuente que los anémicos hubieran repetido de curso o haber sido referidos para refuerzo académico. Padres y maestros reportaron problemas conductuales especialmente

de ansiedad y depresión, problemas de relación social y déficit atencional.

En resumen, el presentar anemia durante la edad temprana sigue siendo un factor de riesgo para pobre desempeño más de 10 años más tarde. En el seguimiento de los niños chilenos, aunque ninguno de estos niños repitió de curso, se encontró alteraciones motoras finas y al comparar los desempeños escolares, los anémicos tenían notas bajo la mediana de su curso significativamente más frecuentes que los niños controles en aritmética y educación física. Este último hecho es interesante, pues se podría pensar que la educación física sería un ramo de poca discriminación, si embargo era tal la “torpeza” motora de estos niños que fue notoria la diferencia incluso en distintos colegios y evaluados por profesores que no conocían la condición del niño. Reiterando, el presentar anemia durante la edad temprana sigue siendo un factor de riesgo para pobre desempeño más de 10 años después. Estos estudios demuestran que de esa anemia temprana, aún corregida oportunamente los déficit persisten a muy largo plazo.

Sin embargo, las pruebas conductuales a veces son de interpretación incierta, pero en los últimos años se ha determinado alteraciones en parámetros neuro-fisiológicos del sistema nervioso central realizados con métodos más precisos, objetivos y reproducibles. Su relevancia se basa en que el hierro es indispensable para la síntesis y mantención adecuada de la mielina por los oligodendrocitos y este proceso se configura en los primeros dos o tres años de vida, justamente la edad en que es más prevalente la carencia de hierro⁴⁸. Los métodos no invasivos de exploración funcional del SNC que han sido utilizados son los Potenciales Auditivos Evocados del Tronco Cerebral (PAETC) y los Potenciales Evocados Visuales (PEV). La ventaja de estas y otras exploraciones funcionales, es que durante la infancia presentan una progresión predecible y plenamente caracterizada en la maduración que es dependiente de la mielinización de las vías que conducen los impulsos conllevando una

disminución de la latencia a medida que se completa la mielinización.

Además, mide la conducción nerviosa dentro del SNC y no tan solo de un nervio periférico. En lactantes de 6 meses de edad con anemia ferropriva la latencia o velocidad de la conducción nerviosa central del PAETC, desde la salida de la cóclea al lemnisco lateral del tronco cerebral se encontraba significativamente más lenta que en lactantes con nutrición de hierro adecuada. Al administrarles hierro medicinal por 6 meses, corrigiendo por completo la anemia, persistió esa diferencia al año y a los 18 meses de edad⁴⁹. Más dramático es el hecho que a los 4 años de edad esta prolongación de la conducción nerviosa central persistía e incluso se proyectaba a los 6 años de edad (Figura 1). Esto sin importar cuando se hizo el diagnóstico de la anemia a los 6, 12 o 18 meses de edad. En cuanto al PEV, además de medir la conducción por el nervio óptico, se miden las velocidades de conducción que llegan a la misma corteza occipital. También

se encontraron las conducciones más lentas en los lactantes ferroprivos incluso después de la terapia con hierro. Todas estas diferencias son altamente significativas además de ser su magnitud muy marcada, al nivel de - 1 DS o más⁵⁰. Las diferencias funcionales de las vías auditivas y visuales hacen plausible la presencia de alteraciones más generalizadas en mielinización causadas o asociadas a la anemia ferropriva. Las anomalías en mielinización podrían explicar las alteraciones vistas en funciones más complejas como el comportamiento y déficits cognitivos, pero por sobre todo deficiencias en la motricidad. Hay abundante literatura conectando mielinización con aprendizaje de habilidades motrices. La disrupción de las vías auditiva y visuales no sólo es importante por si, sino que pueden alterar otras funciones cognitivas interrelacionadas²². Hay también evidencia de deficiencias con neurotransmisores, especialmente dopaminérgicos los cuales están bien identificados como mediadores de circuitos relacionados con la vía auditiva y visual⁵¹.

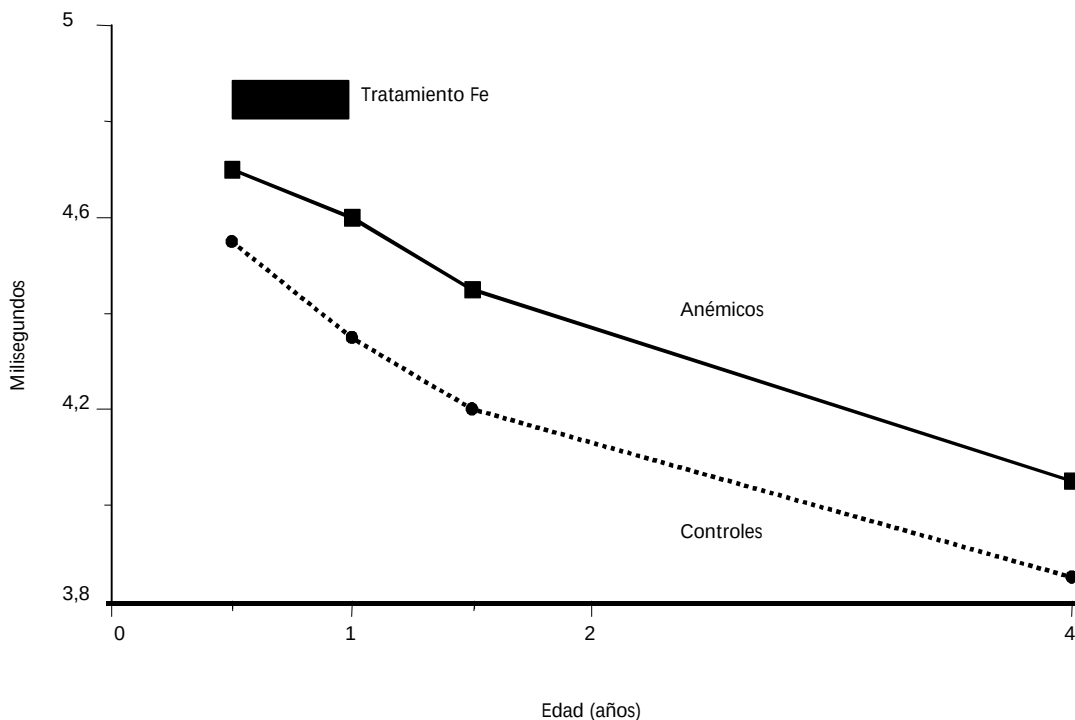


Figura 1. Potencial auditivo de tronco cerebral. Maduración de la conducción central (intervalo I-IV). Se observa que la conducción central del tronco cerebral es mas lenta desde los 6 meses hasta los 4 años de edad, a pesar de un tratamiento controlado durante 6 meses con completa recuperación de la deficiencia de hierro.

En conclusión, existen pocas dudas que la anemia ferropriva está asociada a algunas consecuencias adversas que parecieran ser definitivamente o difícilmente irreversibles, a pesar de la terapia óptima con hierro. Este hecho enfatiza la prevención de la deficiencia de hierro ya que una vez establecida la anemia tendremos que cargar con las consecuencias antes descritas.

REFERENCIAS

- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. Oxford: Blackweel Scientific; 1979.
- DeMaeyer E, Adiels-Tegman M. The prevalence of anaemia in the world. World Health Statist Q 1985; 38:302-16.
- Olivares M, Walter T, Hertrampf E, Pizarro F. Anaemia and iron deficiency disease in children. Br Med Bull 1999; 55:534-48.
- Olivares M. Anemia ferropriva. En: Meneghello J, Fanta E, Paris E, Puga T, editores. Pediatría. 5. ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1997. p.1745-9.
- Stekel A, Olivares M, Pizarro F, Chadud P, López I, Amar M. Absorption of fortification iron from milk formulas in infants. Am J Clin Nutr 1986; 43:917-22.
- Saarinen UM, Siimes MA, Dallman PR. Iron absorption in infants: high bioavailability of breast milk as indicated by the extrinsic tag method of iron absorption and by the concentration of serum ferritin. J Pediatr 1977; 91:36-9.
- Hallberg L, Hultén L. Iron requirements, iron balance and iron deficiency in menstruating and pregnant women. En: Hallberg L, Asp N-G, editores. Iron nutrition in health and disease. London: John Libbey; 1996. p.165-81.
- International Anemia Consultative Group. Iron deficiency in women. A report of the International Anemia Consultative Group. Washington (DC): Nutrition Foundation; 1981.
- Hallberg L. Iron balance in pregnancy and lactation. En: Fomon SJ, Zlotkin S, editores. Nutritional anemias. New York: Raven Press; 1992. p.13-28. Nestlé Nutrition Workshop Series; v.30.
- Food and Agriculture Organization. Requeriments of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome; 1988. p.1-107. Food and Nutrition Series n.23.
- Hertrampf E, Olivares M, Letelier A, Castillo C. Situación de la nutrición de hierro en la embarazada adolescente al inicio de la gestación. Rev Med Chile 1994; 122:1372-7.
- Foradori A, Lira P, Grebe G, Legues ME, Muñoz B, Vela P. Evaluación de la ferritina sérica en embarazadas y su correlación con otros parámetros hematológicos. Rev Med Chil 1978;106:350-3.
- Dallman PR. Iron deficiency and related nutritional anemias. En: Nathan DG, Oski FA, editores. Hematology of infancy and childhood. 4th edition. Philadelphia: WB Saunders; 1993. p.413-50.
- International Anemia Consultative Group. Guidelines for the eradication of iron deficiency anemia. A report of the International Anemia Consultative Group. Washington (DC): Nutrition Foundation. 1977. p.1-29.
- Olivares M, Pizarro F, Hertrampf E, Walter T, Arredondo M, Letelier A. Fortificación de Alimentos con hierro en Chile. Rev Chil Nutr 2000; 27:340-4.
- Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. Am J Clin Nutr 2000; 71:1280S-4S.
- Walter T, Olivares M, Pizarro F, Muñoz C. Iron, anemia, and infection. Nutr Rev 1997; 55:111-24.
- Haas JD, Brownlie T IV. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. J Nutr 2001; 131:676S-90S.
- Beard JL. Functional consequences of nutritional anemia in adults. En: Ramakrishnan U, editor. Nutritional anemias. Boca Raton: CRC Press; 2001. p.111-28.
- Lozoff B, Wachs TD. Functional correlates of nutritional anemias in infancy and early childhood -child development and behavior. En:

- Ramakrishnan U, editor. Nutritional Anemias. Boca Raton: CRC Press; 2001. p.70-88.
21. Angulo-Kinzler RM, Peirano P, Lozoff B. Spontaneous motor activity in human infants with iron-deficiency anemia. *Early Hum Dev* 2002; 66:67-79.
 22. Peirano P, Algarín C, Garrido M, Roncagliolo M, Lozoff B. Interaction of iron deficiency anemia and neurofunctions in cognitive development. En: Fernstrom JD, Uauy R, editores. *Nutrition and brain*. Basel: Nestec; 2001. p.19-39. Nestlé Nutrition Workshop Series Clinics and Performance Program.
 23. Garn SM, Ridella SA, Petzold AS, Falkner F. Maternal hematological levels and pregnancy outcomes. *Sem Perinatol* 1981;5:155-162.
 24. Murphy JF, O'Riordan JO, Newcombe RG, Coles EC, Pearson JF. Relation of haemoglobin levels in first and second trimesters to outcome of pregnancy. *Lancet* 1986; 1:992-5.
 25. Harrison KA, Ibeziako PA. Maternal anaemia and fetal birthweight. *J Obstet Gynaecol* 1973; 80:798-804.
 26. Steer P. Maternal hemoglobin concentration and birth weight. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1285S-7S.
 27. Klebanoff MA, Shiono PH, Selby JV, Trachtenberg AI, Graubard BI. Anemia and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 164:59-63.
 28. Zhou LM, Yang WW, Hua JZ, Deng CQ, Tao X, Stoltzfus RJ. Relation of hemoglobin measured at different times in pregnancy to preterm birth and low birth weight in Shanghai, China. *Am J Epidemiol* 1998; 148:998-1006.
 29. Hämäläinen H, Hakkarainen K, Heinonen S. Anaemia in the first but not in the second or third trimester is a risk factor for low birth weight. *Clin Nutr* 2003; 22:271-5.
 30. Scholl TO, Hediger ML, Fischer RL, Shearer JW. Anemia vs iron deficiency: increased risk of preterm delivery in a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:985-8.
 31. Yip R. Significance of an abnormally low or high hemoglobin concentration during pregnancy: special consideration of iron nutrition. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:272S-9S.
 32. Lu Lu ZM, Goldenberg RL, Cliver SP, Cutter G, Blankson M. The relationship between maternal hematocrit and pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 1991; 77:190-4.
 33. Ramakrishnan U. Functional consequences of nutritional anemia during pregnancy and early childhood. En: Ramakrishnan U, editor. *Nutritional anemias*. Boca Raton: CRC Press; 2001. p.44-68.
 34. Kelly AM, McDonald DJ. Observations on maternal and fetal ferritin concentration at term. *Br J Obstet Gynaecol* 1978; 85:338-43.
 35. Milman N, Ibsen KK, Christensen JM. Serum ferritin and iron status in mothers and newborn infants. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1987; 66:205-11.
 36. Singla PN, Chand S, Khanna S, Agarwal KN. Effect of maternal anaemia on the placenta and the newborn infant. *Acta Paediatr Scand* 1978; 67:645-8.
 37. Mashako L, Preziosi P, Nsibu C, Galán P, Potier de Courcy G, Nsaka T, *et al*. Iron and folate status in Zairian mothers and their newborns. *Ann Nutr Metabol* 1991; 35:309-14.
 38. de Pee S, Bloem MW, Sari M, Kiess L, Yip R. The high prevalence of low hemoglobin concentration among Indonesian infants aged 3-5 months is related to maternal anemia. *J Nutr* 2002; 132:2215-21.
 39. Colomer J, Colomer C, Gutierrez D, Jubert A, Nolasco A, Donat J, *et al*. Anaemia during pregnancy as a risk factor for infant iron deficiency: report from the Valencia Infant Anaemia Cohort (VIAC) study. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 1990; 4:196-204.
 40. Kilbride J, Baker TG, Parapia LA, Khoury SA, Shuqaidef SW, Jerwood D. Anaemia during pregnancy as a risk factor for iron-deficiency anaemia in infancy: a case-control study in Jordan. *Int J Epidemiol* 1999; 28:461-8.
 41. Oski FA, Honig AS. The effects of therapy on the developmental scores of iron-deficient infants. *J Pediatr* 1978; 92:21-5.

42. Lozoff B, Brittenham GM, Viteri FE, Wolf AW, Urrutia JJ. The effects of short-term oral iron therapy on developmental deficits in iron deficient anemic infants. *J Pediatr* 1982; 100:351-7.
43. Walter T, de Andraca I, Chadud P, Perales CG. Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 1989; 84:7-17.
44. Idjradinata P, Pollitt E. Reversal of developmental delays in iron-deficient anaemic infants treated with iron. *Lancet* 1993; 341:1-4.
45. Walter T. Impact of iron deficiency on cognition in infancy and childhood. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47:307-16.
46. Lozoff B, Jimenez E, Wolf AW. Long-Term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N Engl J Med* 1991; 325:687-94.
47. Lozoff B, Jimenez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics* 2000; 105:E51.
48. Beard J. Iron deficiency alters brain development and functioning. *J Nutr* 2003; 133:1468S-72S.
49. Roncagliolo M, Garrido M, Walter T, Peirano P, Lozoff B. Evidence of altered central nervous system development in infants with iron deficiency anemia at 6 mo: delayed maturation of auditory brainstem responses. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:683-90.
50. Algarin C, Peirano P, Garrido M, Pizarro F, Lozoff B. Iron deficiency anemia in infancy: long-lasting effects on auditory and visual system functioning. *Pediatr Res* 2003; 53:217-23.
51. Antal A, Keri S, Bodis-Wollner I. Dopamine D2 receptor blockade alters the primary and cognitive components of visual evoked potentials in the monkey, *Macaca fascicularis*. *Neurosci Lett* 1997; 232:179-81.

Recebido para publicação en 21 de enero de 2004.

Representações sobre consumo alimentar e suas implicações em inquéritos alimentares: estudo qualitativo em sujeitos submetidos à prescrição dietética¹

Representations on food intake and its implications in nutritional investigations: qualitative study with subjects submitted to dietary prescriptions

Rosa Wanda Diez GARCIA²

RESUMO

Objetivo

Apresentar e discutir o caráter flexível que emergiu nos relatos sobre consumo alimentar em estudo qualitativo para avaliar práticas alimentares de pessoas submetidas a tratamento dietético por serem hipertensas e o impacto da preocupação com a saúde nestas. Os relatos de consumo alimentar foram analisados como representações sociais e se discutiu as implicações destas em inquéritos dietéticos.

Métodos

Em visita domiciliar foram entrevistados 30 hipertensos, sendo 15 de baixa renda e 15 de classe média. Para obtenção de informações sobre consumo alimentar foram aplicados os métodos recordatório alimentar de 24 horas, associado à história dietética e a um questionário de frequência alimentar, no contexto de uma entrevista em profundidade semi-estruturada. As entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas em seu conteúdo.

Resultados

Situadas entre o discurso e as práticas, as representações expressaram flutuações e contradições sobre o consumo alimentar. Tais representações foram agrupadas em categorias apresentadas como: irregularidade da presença do alimento e das compras; modo de consumo conforme o tipo de alimento; variação do número de comensais; indução das respostas provocada pela busca de informações precisas por parte do entrevistador; falta de memória do entrevistado; imprecisão e contrariedade de relatos sobre consumo alimentar; uso de

¹ Financiado pelo CNPq.

² Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Av. John Boyd Dunlop, s/n, 13059-900, Prédio Administrativo. Campinas, SP, Brasil. E-mail: rwdg@dglnet.com.br

noções quantitativas cujos valores de referência são particulares ao sujeito e presença de terceiros testemunhando a entrevista. A estratégia metodológica utilizada permitiu observar que há menos precisão nas informações sobre consumo alimentar do que o esperado, por serem estas representações sociais, ou seja, construções mentais da realidade. Os resultados também sugerem que a abordagem da alimentação de sujeitos submetidos à prescrição dietética por meio de inquéritos alimentares pode ser insuficiente para conhecer suas práticas alimentares.

Termos de indexação: consumo de alimentos, inquéritos nutricionais, representação social, hipertensão, dieta.

ABSTRACT

Objective

The objective of this qualitative study was to present and discuss the flexible characteristics emerging from reports on food intake of patients submitted to dietary treatment for hypertension control and the impact of anxiety on their health. Food intake reports were analyzed as social representations and their implications in nutritional investigations were discussed.

Methods

Thirty hypertensive subjects were interviewed by means of home visits; 15 were low-income and 15 were middle-class individuals. The 24-hour diet recall method was used to obtain information on food intake, in association with diet history and a questionnaire on meal frequency, in the context of semi-structured in-depth interviews which were taped, transcribed and had their content analyzed.

Results

Social representations situated between theory and practice expressed fluctuations and contradictions regarding food intake. Such representations were grouped in categories such as: irregularity in food ingestion and food purchasing; intake method in accordance with the type of food served; oscillation in the number of people eating together; answers induced by the interviewer in search of accurate answers; lack of memory of the interviewed; imprecision and divergent reports on food intake; use of quantitative parameters whose reference values are sensitive to the subject and the presence of third parties witnessing the interview. The methodological strategy employed allowed the observation that there is less precision in the information on food intake than expected, as a result of its being composed of social representations, that is to say, mental constructions of reality. The results also suggest that the food inquiry approach for subjects submitted to dietary prescription may be insufficient to investigate their eating habits.

Index terms: food intake, food inquiry, social representation, hypertension, diet.

INTRODUÇÃO

Conhecer exatamente a ingestão alimentar de grupos ou mesmo de indivíduos é sempre uma tarefa complexa pelas práticas alimentares estarem mergulhadas nas dimensões simbólicas da vida social, envolvidas nos mais diversos significados, desde o âmbito cultural até as

experiências pessoais, conferindo a elas menos objetividade do que se espera ao abordá-las por meio de métodos de investigação sobre consumo alimentar. A possibilidade de existência daquilo que se intitula viés na coleta de informações, pode também ser entendido como uma decorrência inerente a uma prática menos objetiva do que o desejado pelas investigações sobre o assunto.

Em estudo com trabalhadores do centro da cidade de São Paulo foram investigadas representações sociais sobre alimentação e saúde, no qual foi constatado que em diferentes circunstâncias, por motivos diversos, afloram representações de modo variável e seletivo, adequando-se a elas, delineando diferentes perfis de representações e práticas que ocorrem no âmbito alimentar. Sendo as representações sociais construções mentais da realidade^{2,3}, segundo o alvo de uma dada circunstância, alguns constituintes das representações são enfocados e outros desfocados. As representações sobre as práticas alimentares vão manifestar conflitivamente as oscilações do comportamento alimentar ora construídas pela preocupação com a saúde, ora por outros valores. Esta estrutura móvel observada na análise das representações sociais suscita reflexões sobre a estabilidade das informações sobre consumo alimentar.

Keane & Willetts⁴ em estudo utilizando métodos qualitativos e quantitativos sobre concepções de alimentação saudável realizado na Região Sudeste de Londres apresentam os comentários e o relato de um registro diário de sete dias no qual o sujeito da pesquisa se surpreende com a variação e irregularidade do próprio consumo alimentar, denunciando a fragilidade da consciência sobre esta prática.

No modo de vida urbano, sobretudo nas grandes cidades, a alimentação tem se deslocado do ambiente doméstico, condição esta que dificulta abordar o consumo alimentar por meio dos métodos de inquérito alimentar devido à diversidade de alimentos e preparações que podem compor um prato, dificultando a descrição do consumido; a variedade de utensílios e itens alimentares prejudica as condições para se registrar mentalmente as porções ingeridas; o desconhecimento dos ingredientes e do modo de preparo dos pratos, entre outras. Pessoas que comem na rua podem, no decorrer do mês, almoçar em diferentes lugares, optar por lanches ou salgadinhos ou mesmo trazer comida de casa,

situações que ampliam consideravelmente a instabilidade da presença de alimentos de rotina.

A história dietética, por exemplo, por ser um método que busca registrar a alimentação habitual, pressupõe alguma rotina alimentar a qual pode estar estruturada – refeição em horários estabelecidos e com alimentos e preparações estáveis determinados culturalmente – ou desestruturada – sem horários fixos e fazendo uso de alimentos variáveis sem seguir qualquer regra alimentar. Nas situações em que predomina a alimentação mais desestruturada, a qualificação e quantificação do consumo tendem a ser mais vulneráveis à imprecisão, uma vez que aumenta a diversidade de itens alimentares e reduz sua previsibilidade. Refeições formais podem ser mais facilmente memorizadas do que o consumido junto a outras atividades e nos intervalos das grandes refeições. Aquilo que se come mais por seu caráter de lazer, de sociabilidade, do que propriamente para alimentar, pode ter outro registro na memória. É difícil alguém se lembrar de quantos petiscos comeu numa festa de casamento, ou tomando cerveja com os amigos, enfim, há ocasiões onde a prática alimentar está inserida em outros contextos, que podem torná-la uma decorrência destes, refletindo na qualidade de sua percepção.

Witschi⁵ menciona possíveis fontes de erros que podem distorcer as informações sobre ingestão alimentar: a percepção do que se come; a memória do entrevistado; efeitos decorrentes da idade, sexo e ambiente da entrevista; a própria coleta de dados pode afetar as informações de ingestão; a variação alimentar diária e a sazonalidade, os dias em que são realizadas as entrevistas podem ser mais ou menos representativos que outros; a habilidade do entrevistador em obter informações e a disposição em colaborar com a investigação.

Nos métodos recordatório alimentar de 24 horas e na história dietética que dependem respectivamente do relato do que foi consumido ou do que é habitualmente ingerido, a memória e a percepção são condições para garantir a

qualidade da informação. Mas, a memória pode produzir distorções consideráveis, tanto de forma consciente como inconsciente. A memória seletiva, leva o sujeito a lembrar-se dos alimentos mais aceitos socialmente, ou a enfocar o consumo desejável e pode, com isso, subnotificar grandes quantidades ingeridas ou supernotificar as pequenas quantidades⁶. Uma tendência de subvalorização de ingestão alimentar utilizando o método recordatório alimentar de 24 horas é observada por diversos autores através de estudos comparativos já bem conhecidos⁷⁻⁹. As dificuldades na obtenção de informações mais precisas têm levado pesquisadores a recomendarem biomarcadores para diagnóstico de consumo de micronutrientes¹⁰⁻¹¹.

A fidelidade da percepção do que se come também é um requisito importante para obter dados confiáveis. Uma pessoa ao referir o que come, pode manifestar uma idealização de sua alimentação. Em algumas situações, como na obesidade, por exemplo, o registro da ingestão alimentar tende a ser subestimado¹². O próprio fato de sentir-se observado produz mudanças na dieta, seja para demonstrar uma dieta idealizada, seja para impressionar o investigador. A magnitude e a direção do efeito provocado por um observador vão depender das normas culturais locais, da expectativa do entrevistado com relação àquela investigação, da interação entre investigador e o sujeito entrevistado, entre outros¹³.

As condições econômicas e socioculturais influenciam as representações sobre alimentação, uma vez que esta pode expressar tal condição, podendo tender a superestimação para minimizar a dimensão da pobreza ou subestimando o consumido segundo a expectativa do entrevistado com relação à pesquisa.

Carrasco i Pons¹⁴ ao se ocupar em construir um arcabouço teórico para os sistemas alimentares, sugere três proposições, dentre as quais uma trata da existência de uma distância entre a visão que os indivíduos manifestam de suas práticas e as práticas propriamente ditas. Havendo modelos de relações sociais em que estas

práticas se fundamentam, esta distância será orientada por estes. Sendo assim, numa sociedade culturalmente homogênea, o comportamento esperado seria o de adaptação ao modelo alimentar dominante, segundo as possibilidades econômicas do grupo e, em uma sociedade culturalmente heterogênea, os diferentes graus de aculturação - fenômeno resultante do contato entre grupos de culturas diferentes que, após convivência direta e contínua, provoca mudanças na cultura de origem de um ou de ambos os grupos¹⁵ - apresentariam sistemas dicotômicos e duais. Observa-se esta proposição nas pressões econômicas e culturais que podem levar à substituição alimentar, à xenofobia ou ao consumo alimentar oculto.

Um modelo de consumo alimentar mais hegemônico pode estar sendo manifestado numa situação de inquérito alimentar, não por falta de sinceridade, mas pelo próprio descompasso entre o que a pessoa acha que come e o que propriamente come, de modo a expressar um sentimento de pertencer ao padrão alimentar idealizado socialmente. Um exemplo disto ocorre quando é exacerbado o consumo de alimentos mais aceitos como de boa qualidade e subnotificado àqueles tidos como ruins (*fast food*, *snacks*, bebida alcoólica, cigarro)¹⁶.

Com o intuito de avaliar práticas alimentares de pessoas submetidas a tratamento dietético e o impacto da preocupação com a saúde nestas, foi realizado inquérito alimentar no contexto de uma pesquisa de abordagem qualitativa, em sujeitos pertencentes a condições socioeconômicas distintas, que foram submetidos a prescrição dietética por serem hipertensos. Os procedimentos realizados para aplicação deste tipo de inquérito nos permitiu observar algumas características de relato que manifestam um caráter oscilante, flexível e, às vezes, contraditório, das representações das práticas alimentares. Dado o interesse desta característica das práticas alimentares para estudos que avaliam o consumo alimentar, o objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir como tais representações podem ter implicações em inquéritos dietéticos.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram entrevistados 30 adultos com diagnóstico de hipertensão arterial, agrupados da seguinte maneira: 15 indivíduos que faziam uso do serviço público de saúde na região leste da cidade de Campinas, região com população de baixa renda (grupo 1 – indicado nos relatos com numeração de 1 a 15) e outros 15 eram tratados em serviços de saúde privados (grupo 2 – indicados nos relatos com numeração de 100 a 115). A intenção deste agrupamento de entrevistados era justamente a de ter dois grupos de sujeitos com indicadores de pertinência a diferentes estratos sociais.

No grupo 1 a renda *per capita* variou entre 0,5 e 4,0 salários mínimos, sendo que 8 sujeitos ganhavam entre 0,5 e 1,0 salário mínimo; a escolaridade dos entrevistados e chefes de família variou entre o analfabetismo e o segundo grau incompleto e completo, respectivamente; a idade média foi de 61 ± 8 anos, variando de 48 a 75 anos; 5 dos entrevistados eram aposentados, 2 pensionistas, 5 eram donas de casa e portanto não tinham vínculo empregatício e apenas 3 estavam no mercado de trabalho, sendo que um deles encontrava-se desempregado na ocasião da entrevista. No grupo 2 a renda *per capita* variou entre 3,5 a 13 salários mínimos, a escolaridade mínima foi primeiro grau incompleto (2 sujeitos) e a máxima foi formação de nível superior (5 sujeitos); a idade média foi de 55 ± 9 anos, variando de 42 a 70. Seis estavam empregados; 3 eram autônomos; 1 estava aposentado e 5 eram donas de casa. Além destes últimos, foram entrevistados funcionários públicos, professores (universitário e de 2º grau), comerciante, vendedor, administrador de empresa e aeroviário.

A aplicação do inquérito alimentar se deu no contexto de uma entrevista em profundidade, semi-estruturada, cujo objetivo era conhecer diferentes aspectos de sua experiência no convívio com a hipertensão. As entrevistas foram realizadas no domicílio do entrevistado, gravadas e transcritas.

O entrevistado desconhecia a identidade profissional do entrevistador e seu interesse específico por questões alimentares. A explicação prévia sobre a pesquisa continha um comentário afirmando ser muito difícil seguir as recomendações médicas por condições impostas pelo cotidiano. Assim sendo, o objetivo da pesquisa era conhecer como estas dificuldades se apresentavam no dia-a-dia das pessoas para evitar que o entrevistado pudesse sentir-se julgado.

A entrevista semi-estruturada, pela sua forma de condução, tem as características do que Queiroz¹⁷ denominou depoimento pessoal. Este tipo de entrevista facilita a análise de testemunhos em relação a variáveis pré-determinadas. Permite introduzir elementos e aprofundar outros evitando a dispersão mais ou menos caótica da entrevista aberta não estruturada.

As informações sobre consumo alimentar foram obtidas através do método recordatório alimentar de 24 horas associado a informações sobre dieta habitual (história dietética) e um questionário de frequência alimentar, com o objetivo de avaliar o consumo da dieta habitual dos dois grupos estudados, o qual deu origem a análise dos relatos dos inquéritos alimentares. O diferencial no uso destes tipos de inquéritos foi conduzir o mínimo possível às questões sobre alimentação, permitindo idas e vindas no assunto e encaminhar a entrevista de modo a não antecipar informações sobre as quantidades e a periodicidade de consumo, não definindo de antemão a frequência e unidade de consumo, com o objetivo de conhecer como é feita esta organização pelo próprio sujeito, buscando assim uma forma menos indutiva de adquirir informações. Quando a informação não era fornecida se aguardava, ao longo da conversa, ocasião para esclarecê-la evitando pressionar o entrevistado para fornecer informações precisas. Não foi realizado nenhum tipo de anotação durante a entrevista, apenas o registro por gravação.

Como o método recordatório de 24 horas foi aplicado apenas por um dia (o recomendável

é repeti-lo ao menos por 3 dias), o que reduz sua representatividade para caracterizar a dieta habitual, a informação sobre a alimentação do dia-a-dia e dos fins de semana foi colhida como estratégia metodológica para conferir se as informações eram representativas do cotidiano alimentar dos entrevistados. Para a realização do recordatório alimentar de 24 horas foi utilizado um álbum fotográfico¹⁸ com porções de alimentos, que foi colocado à disposição do entrevistado para ele reconhecer as porções do que ele havia comido.

O questionário de frequência foi construído em 3 partes que corresponderam a categorias de alimentos que demandaram diferentes estratégias para obtenção de informação:

1. A primeira categoria foi de alimentos cuja abordagem de consumo era através da disponibilidade per capita como: óleo, sal, temperos prontos, açúcar e margarina (e/ou manteiga), - considerados “invisíveis” por serem utilizados em preparações ou, como é o caso da margarina e do açúcar, por serem sempre consumidos associados a outro alimento - , o arroz e o feijão pela facilidade de quantificá-los pelas compras periódicas. A pergunta que caracterizou esta categoria de alimentos foi a quantidade comprada pelo período em que o entrevistado costumava fazer suas compras.

2. O segundo grupo de alimentos, formado pelo pão, leite, frutas, vegetais e carnes, frango ou peixe teve seu consumo checado pela frequência de consumo diário individual habitual. Foi quantificada a unidade consumida de pão e de fruta; a quantidade em mililitros de leite e a periodicidade de consumo de vegetais e carnes, frango ou peixe, sem quantificação. A forma de obtenção de informação deste grupo de alimentos foi pergunta dirigida para o número de vezes em que o entrevistado consumia aquele alimento por dia.

3. O consumo da terceira categoria de alimentos na qual se incluem embutidos (tais como

salsicha, lingüiça, paio, toucinho, salame, e outros) queijo, ovos, banha, gordura hidrogenada, bolacha, sorvete de massa, amendoim, azeitona, salgadinho industrializado e refrigerantes foi investigado sem preocupação com quantificações. Os entrevistados foram inquiridos se tinham o costume de consumir esses alimentos, com qual frequência e se sabiam informar a quantidade comprada no período em que o entrevistado costumava fazer suas compras. Ao contrário das categorias acima, nas quais a frequência dos alimentos ocorre com certa estabilidade, os dados de consumo destes alimentos são irregulares.

Estas categorias foram assim organizadas pelo grau de dificuldade para quantificar os alimentos consumidos. Esta dificuldade está inversamente relacionada à regularidade e estabilidade com que se apresentam na dieta. Ou seja, da primeira para a terceira categoria aumenta a dificuldade em quantificar os alimentos comprados ou consumidos devido à irregularidade de consumo. Assim sendo, as informações sobre alimentos básicos da dieta foram obtidas através da quantidade comprada; a forma de obtenção de informação sobre alimentos que sofrem maior flutuação de consumo, centrou-se em quantidades e frequência de alimentos consumidos; e na terceira categoria as questões sobre consumo foram mais abertas.

A história dietética foi incluída no roteiro da entrevista sobre comportamento alimentar e limitou-se à descrição dos alimentos consumidos habitualmente. O recordatório alimentar de 24 horas e o questionário de frequência foram aplicados ao final da entrevista.

RESULTADOS

Representações sociais sobre o consumo alimentar e possíveis implicações em inquéritos alimentares

Ao apresentar como resultado os relatos obtidos na aplicação de um inquérito alimentar

no contexto de uma entrevista semi estruturada, foi possível reconhecer representações do consumo alimentar.

Os relatos que expressaram flutuações e contradições sobre o consumo alimentar e oscilações nas expressões das práticas alimentares foram agrupados em 5 categorias: informações sobre consumo alimentar relacionadas ao alimento; informações sobre consumo alimentar pelo modo de consumo relacionado ao tipo de alimento; imprecisão nas informações sobre consumo alimentar relacionadas ao entrevistador, e representações sobre consumo alimentar que manifestam frustrações e contradições

Nos relatos foram incluídas as falas do pesquisador e de outros participantes ocasionais. O “P” identifica o pesquisador, quem realizou a entrevista; o “E” identifica o entrevistado, sendo que ao final de cada trecho, entre parênteses, é possível conhecer de qual entrevistado foi recortado o relato; “T” corresponde à existência de uma terceira pessoa que participou da entrevista ou de parte dela e, finalmente a letra “Q” refere-se a uma quarta pessoa presente na entrevista ou em parte dela.

As informações sobre comida nem sempre estão registradas na memória com a mesma exatidão esperada pelo pesquisador, fato este reconhecido por diferentes autores^{5,8}. Por outro lado, a alimentação, como instância da vida social e afetiva, faz com que muitas vezes, as informações a seu respeito oscilem entre objetividade e subjetividade, dificultando o discernimento de ambos por parte do especulador. Esta particularidade dos relatos sobre comida pode se exacerbar quando o sujeito da entrevista tem uma pendência com sua alimentação, na medida em que, ao estar submetido a uma prescrição dietética, tenha estabelecido um conflito entre o que come e o que deve comer.

Pôde-se observar que as formas de organização das informações quantitativas foram heterogêneas, tendo em vista que o questionário de frequência não pré-estabelecia periodicidade, apenas colhia a informação através de critérios

definidos pelo próprio entrevistado. Houve entrevistas em que as informações eram bem estruturadas, refletindo uma rotina bem estabelecida de compras e de consumo. Mas, em outros casos, ficava clara a dificuldade do informante responder sobre o seu consumo alimentar e fornecer uma resposta precisa, sugerindo ser esta condição, reflexo da relação do sujeito com o consumo e compras.

A imposição de uma periodicidade por parte do pesquisador delega para o entrevistado os ajustes de sua organização quantitativa e temporal para aquela solicitada. No caso deste estudo, interessava mais conhecer esta organização do entrevistado, porque nosso objetivo foi aproximar-se das representações de suas práticas alimentares. Assim os resultados devem ser lidos também pelo prisma da organização informal do entrevistado. Apesar destas considerações, observou-se em alguns relatos a busca por informações através de perguntas que pré-estabeleciam a variável tempo e quantidade.

Na dinâmica familiar, a presença de comensais que não fazem parte da rotina doméstica traz variações difíceis de serem mensuradas em termos de alimentos consumidos, pela irregularidade com que ocorrem. Veja no exemplo a seguir:

“P: A família é grande, né?”

E: A família é e depois, às vezes tem uma e outra, e quando vêm mais pessoas,....

P: Vem muita gente aqui?

E: Meus parentes mesmo, eu quase não vou, eles vêm, né, minhas irmãs...: Graças a Deus, minhas irmãs vêm, e... vêm com as crianças, né e almoçam, comem bastante, é assim. (E11)”.

No Quadro 1 são apresentadas imprecisões das informações sobre consumo alimentar relacionado ao alimento. No relato (E113) observa-se indução do pesquisador em busca de quantidades e, na resposta do entrevistado, a imprecisão sobre as situações em que consome o referido alimento.

Quadro 1. Imprecisões das informações sobre consumo alimentar relacionadas ao alimento.

Irregularidade da presença do produto	
E: Bacon, de vez em quando eu uso.	
P: Tá. A senhora compra em pedaço ou fatiado?	
E: Em pedaço.	
P: Dura quanto tempo um pedaço?	
E: Ah!...É irregular. Depende muito da comida, da ocasião (E113).	
E: Vou ter que responder pelo último mês, viu! Faz uns 4, 5 meses que eu não compro salsicha. Acho que uns três quilos e meio (E112).	
P: E a manteiga, usa de vez em quando? A cada quanto tempo?... Uma vez por mês?	
E: Não, não. Não chega a isso não. É quando eu...sabe, tenho aquela vontade de comer manteiga mesmo, então a margarina não vai adiantar. Aí você compra um pacote de manteiga e usa (E113).	
Irregularidade das compras	
P: Quantas caixinhas que a senhora gasta por mês de Knorr?	
E: Ah, eu compro umas caixinhas de seis. Às vezes eu compro duas, três caixinhas. Eu não faço compra por mês, entende? Quando falta as coisas eu vou comprar (E106).	
E: Tem época que eu compro por mês. tem época que eu vou e compro pra quinze dias. Quando muito eu compro por semana (E113).	
P: Deixe-me perguntar mais uma coisa, pãozinho a senhora come todo dia?	
E: Não, não é todo dia não, é de vez em quando, quando tem dinheiro. Quando tem grana. Quando não tem, faço um bolinho ou uma bolacha salgada (...).	
P: O feijão a senhora compra?	
E: Feijão eu compro cinco quilos.	
P: Cinco quilos?	
E: Quando dá né. Tem mês que dá, tem mês que não dá, aí compro 2 quilos ou 3.	
P: E arroz?	
E: Arroz eu compro dois pacotes.	
P: Dez quilos que você compra?	
E: Eu compro 15 quilos de arroz (...).	
P: E a carne?	
E: Quando tem dinheiro compra, quando não tem, come verdura, come ovos, come uma sardinha em lata, come qualquer coisa (E5).	

Quando o questionário de frequência propõe uma periodicidade está solicitando ao entrevistado que se ajuste a ela. A irregularidade das compras e da presença do produto no cotidiano alimentar não pode se ajustar a uma frequência sem que se force a um enquadramento de periodicidade regular, que, pode ser artificial. Do mesmo modo que certos alimentos são consumidos sem que haja um registro preciso sobre a quantidade consumida, quer seja pelo tipo de alimento e pela própria forma com que é

consumido, conforme se observa no Quadro 2 que apresenta as flutuações das representações sobre consumo alimentar pelo modo de consumo relacionado ao tipo de alimento.

A necessidade de precisar quantidades em inquéritos alimentares e de configurar as refeições para cálculos dietéticos pode levar a definições de consumo de alimentos e quantidades para satisfazer o pesquisador, conforme observado nas representações do consumo alimentar influenciados pelo entrevistador (Quadro 3). Dimensionar

quantidades de alimentos consumidos é uma prática usual entre o investi-gador que busca precisão e o entrevistado que se esforça em responder a contento (E13 e E12).

A ansiedade por precisão demanda do entrevistado uma posição da qual ele pode não estar seguro. Por exemplo, se um sujeito tem dificuldade em dizer quanto e com que

periodicidade consome certo alimento, isto pode refletir o peso que este alimento tem na sua rotina ou a irregularidade com que está sua dieta. Além destes, o valor social atribuído ao alimento ou a suposição de um possível julgamento daquilo que come em vista do que deveria comer, podem determinar as representações de consumo alimentar orientadas por estas tendências.

Quadro 2. Flutuações nas representações sobre consumo alimentar pelo modo de consumo relacionado ao tipo de alimento.

Bebidas

E: Cafezinho, bebo toda hora.

P: É! E quantas vezes por dia, mais ou menos?

E: Ah, não tenho base (E4).

P: E depois não comeu mais nada? Antes de dormir, nada? Leite?

E: Não, às vezes... ah, ontem.....

T: Guaraná. Você tomou um copo de guaraná.

E: Ontem tomei um copo de guaraná e, eu, às vezes eu,... ontem, eu peguei um pacotinho de bolacha de maizena, né... (E102).

P: E o refrigerante, daria quantos mais ou menos, quantas garrafas por semana mais ou menos? Ou por mês?

E: Você diz pra mim ou para os três?

P: Para os três, para a família.

E: Isso é muito relativo porque nessa época de calor, a pessoa passou na geladeira, toma.

P: Toma. Toma mesmo.

E: Como é que eu vou dizer pra você, sinceramente, eu não tenho controle.

P: Então tá.

E: Eu tomo muito líquido. Eu tomo bastante (E113).

Alimentos

P: Tá, então a senhora comeu torresminho, e quanto de torresminho?

E: Tomei um, um pouquinho. Veio bastante, porque, eu não contei não, mas foi bastante. Ah, acho que, acho que eu devo ter comido, assim, uns dez torresminhos, tá? (E13).

E: Vou comendo o queijo separado. Eu corto um pedaço e aí vou comendo e eu como com esse pão,... eu corto ele no meio...Então eu passo a manteiga, a manteiga não, a Becel e o queijo. Eu vou comendo e daí eu pego o queijo, um outro queijo e vou tomando o meu café assim... (...).

E: Ah, eu como assim, ó, um pedaço de queijo assim, dois pedaços de queijo assim. Talvez...

P: Dois pedaços assim. E: Talvez até um pouquinho maior, vai. Porque sabe, é difícil te falar, porque eu vou, eu vou cortando.

R: Você já vai pegando os pedaços...

E: Eu não ponho, eu vou cortando e vou comendo (E105).

P: E aí, mais tarde a senhora comeu o que? Só isso?

E: Comi uma bolacha

P: E que bolacha que foi?

E: Ah uma...

T: Sequilhinho.

P: Ah sequilhinho. Quantos a senhora comeu, a senhora tem idéia?

E: Ah umas 4, 5, 6 ... (E7).

Quadro 3. Representações sobre consumo alimentar influenciados pelo entrevistador.

Indução das respostas pela busca de informações precisas	
P: E o senhor chega a comer o quê, um pacotinho (salgadinho industrializado) desse por semana...	
E: Não, só um pouquinho cada vez assim.	
P: Toda semana o senhor come um pouquinho.	
E: Às vezes eu como.	
P: Tá, que tamanho? Esse pacotinho aqui? Ou desse grande aqui?	
E: É assim ,mais ou menos .	
P: Qual desse aqui o senhor come?	
E: Desse assim pode ser, que a gente come (E6).	
P: E refrigerante, vocês costumam tomar todo dia ? Normalmente, você toma o quê, uns dois copos, três...?	
E: Ah, por aí (E102).	
E: Do dia a dia em casa? A comida do dia a dia em casa é...	
P: Arroz, feijão...	
E: Tem arroz, feijão, carne, isso é...	
P: Salada sempre?	
E: Salada, sempre salada. Em casa sempre teve salada. Não é sempre, mas sempre tem uma verdura cozida além da salada, tirando a salada (E105).	
P: E, e margarina, passa quanto?	
E: Mais ou menos umas 50 gramas (E13).	
E: Eu não tenho base, assim do conteúdo. Mas eu acho que eu uso uns, acho que eu uso mais de um, de um quilo de banha, assim por mês e derretidinha. Acho que eu uso mais (E12).	

O uso de noções como “pouco” e “muito” dependem de valores de referência do entrevistado. O que é muito para uma pessoa pode ser pouco para outra. Com muita frequência eles referiam usar pouco sal. Todavia, as informações obtidas sobre disponibilidade deste alimento indicam o contrário.

A memória do entrevistado e as contradições observadas numa mesma entrevista mostram que se o entrevistador se detiver nas informações emitidas durante o preenchimento dos protocolos do inquérito alimentar, as contradições podem ficar ocultas, o que não significa maior precisão dos dados colhidos como registrado nos relatos do Quadro 4, que traz representações sobre o consumo alimentar que manifestam flutuações e contradições. Do diálogo proporcionado pela entrevista semi-estruturada sem ter sido explicitado tratar-se de um estudo sobre alimentação e nutrição, emergiram

informações que podem ser entendidas como incoerentes, no entanto, visto de uma outra ótica, estas flutuações são peculiares às representações sociais nas quais elementos ressaltados podem derivar de uma dada circunstância.

A presença de uma terceira pessoa pode contribuir nos inquéritos alimentares, pois funciona como mediador e por não ser o sujeito da entrevista, apresenta outros fatos de consumo, conforme se observa nos relatos abaixo:

“P: E doce?

E: Ah, doce a gente come mais.

P: Todo dia?

E: Não, todo dia também não, mas sempre compra aquelas bolachas.

T: Não todo dia, mas quase toda hora (E7).

Q: Você não tomou nada lá?

E: Não.

T: E aquela água de coco, quem tomou?

E: Não, é verdade. Bom, depois eu tomei uma água de coco (E104).

Quadro 4. Representações sobre consumo alimentar que manifestam flutuações e contradições.**Falta de memória do entrevistado**

E: No jantar o que que eu comi? Na janta muitas vezes eu não... Deixa eu ver se eu lembro. Eu sei que acho que foi melancia, fiquei se, se... Eu fui, eu fui pra casa era tarde. Bom, ontem eu não jantei (E110).

P: Tá, e o que o senhor almoçou ontem?

E: Ontem foi... foi bife, né? Foi sim.

T: Sabe que eu não me lembro o que eu fiz ontem, de almoço.

E: Foi bife sim.

T: Não foi carne moída não?

E: Ah, foi carne moída!

P: Carne moída. E arroz comeu?

E: Arroz comi.

T: Arroz, feijão e carne moída (E6).

E: E meio-dia eu almocei. O que que eu almocei? Deixa eu ver. Sabe que eu não lembro mais. Hum, mas eu sou esquecida, meu Deus do céu. O que foi que eu fiz pro almoço ontem? Arroz, feijão sempre teve. E só. Arroz, feijão, bata..., é, bife e salada de acelga.

P: Batata não?

E: Batata não (E106).

P: Ontem você tomou ou não tomou lanche da tarde? Você não comeu nada à tarde?

E: Não.

P: Nem beliscou nada?

E: Ontem à tarde não. Comi sim, comi um pão de batata, porque a gente acabou indo para o clube, e aí acabei comendo um pão de batata.

P: Um pão de batata. Tá. Com? Pra beber, nada?

E: Cerveja (E108).

Contradição observada no decorrer de uma mesma entrevista

P: Não come mais pão?

E: Não como mais.

(em outro trecho da entrevista)

P: Mas você come também um pãozinho, né?

E: Nossa Senhora se como! Eu adoro comer pão (E106).

E: Aí depois de noite teve o bolo, né? Teve o bolo de chocolate, teve bolo de fubá mas eu não como porque faz mal. Teve bolo de, de coco com leite condensado. Bem feitinho e chá mate. Mas eu não tomei chá mate nem comi bolo.

P: A senhora não comeu nada de doce?

E: Peguei um pedacinho assim do bolo de, de coco... (E12).

P: Certo, 6 refrigerantes de 2 litros. Então você compra 2 pacotes de ...

E: Dois pacotes de diet e 2 pacotes do outro.

P: Do outro é o quê?

E: É *Sprit*, Guaraná. Coca eu não gosto que as crianças tomem. Agora refrigerante aqui é só sábado e domingo. Agora você me pergunte quanto que eu gasto de suco de laranja? Eu gasto 30 quilos por semana de laranja.

P: Nossa, bastante.

E: Compró aquele saco grande, no Macro, toda semana e uso isso na semana inteira. Então quando a laranja vem doce, é o próprio açúcar da laranja que eles usam, e quando vem azeda, porque tem umas que vem triste, eles adoçam, mas eu não adoço nada. Agora eu não gosto de comer bebendo líquido, eu me sinto estufada. Ou eu tomo antes de comer, quando eu faço já tomo, ou então só vou tomar assim bem depois que eu almocei, de tardezinha que aí eu encho uma caneca e tomo (...).

P: E suco?

E: Nem sempre. Por semana, eu compro assim, o diet do meu marido, umas 2 caixas diet e umas 2... porque são 12 refrigerantes de 2 litros, né (E111).

T: Refrigerante é só mesmo final de semana. E mesmo para os meninos, quando eles eram adolescentes, não tinha esse negócio, sabe, de ficar só sanduiche, só refrigerante (...).

T: A noite, só a base de lanche. Mas a gente faz por exemplo, o nosso lanche é uma salada com atum, tá, e tomate, alface, ovos cozidos ou é um cachorro quente ou sempre tem alguma coisa a mais nesse lanche ou é um patê de atum, sabe que a gente faz... (...).

E: Agora, tem por exemplo, quando tá muito quente esses, esses dias aí a gente toma refrigerante *Diet* (E105).

Em outro relato a situação se repete:

P: E margarina?

T: Usa bastante.

P: Quantos potes de margarina vocês compram? Compram de meio quilo ou compram do pote menor?

E: Acho que é de 500 gramas.

Q: De meio quilo.

P: Quantos potes mais ou menos?

Q: Dois.

T: O que?

Q: Margarina.

E: Você compra Becel, não compra?

T: Compra duas Becel.

Q: Pequena.

T: Pequena. E duas da margarina *light*.

E: Quatro, mas isso não vai dar.

P: Duas de meio quilo?

Q: É.

T: Duas de meio quilo e duas de 250 (E104).

E: Às vezes assim, a gente pega um pedacinho de salaminho e come, né.

P: Ontem o senhor comeu?

E: Ontem eu comi. Quase todo dia, né.

P: Quase todo dia?

T: Volta e meia ele tá lá no salaminho! (E6)".

Não se pode atribuir às condições socioeconômicas e culturais o caráter flexível das expressões sobre consumo alimentar, pois os discursos dos sujeitos dos dois grupos apresentaram as mesmas características, o que reforça a premissa de que o objeto – práticas alimentares – não é captado em suas manifestações concreta e precisa como seria desejável. Isto não é o mesmo que dizer que variáveis como sexo, religião, condições socioeconômicas e culturais, histórico pessoal, entre outras não afetem a visão de mundo. O que se afirma aqui é que, o objeto dos inquéritos alimentares, as práticas alimentares, se manifestam como representações cuja estrutura oscilante, muitas vezes é negligenciada na interpretação de seus resultados.

O conjunto de dificuldades aqui apresentados pode estar presente nos inquéritos alimentares, no entanto, como a metodologia busca precisão, estes elementos são convertidos

em dados objetivos. Pode-se supor que tais dificuldades estariam acentuadas se o entrevistado estivesse submetido a algum tipo de restrição alimentar que o levasse a manter uma censura sobre suas informações de consumo. No entanto, esta flexibilidade e imprecisão podem ser explicadas pelo fato da alimentação ser uma prática complexa expressa como representações do consumo alimentar. Tais colocações não invalidam os métodos, mas indicam que eles abordam as representações do consumo alimentar.

DISCUSSÃO

Discutir as flutuações e contradições nas manifestações sobre consumo alimentar como representações sociais muda a perspectiva de análise das categorias aqui apresentadas. Representação social é uma construção mental da realidade que possibilita a compreensão e organização do mundo, bem como orienta o comportamento^{2,3}.

O complexo de elementos constituintes das representações sobre alimentação não é regido, necessariamente, pela coerência, ou melhor, ela existe circunstancialmente, imposta por uma dada situação¹⁹. Exemplifica o autor que um mesmo entrevistado, quando referia-se a comida de sua casa, a colocava como sendo a melhor e a preferida e, ao falar de sua experiência com as refeições feitas fora de casa, o entrevistado dizia que comia melhor fora de casa. Suas conclusões sobre a dinâmica das representações sobre a comida apontam os elementos constituintes, convivendo em estruturas flexíveis, adaptando-se às circunstâncias, ao gosto, aos valores, entre outros. Como as representações sociais situam-se entre o discurso e a prática, podem ser mais flexíveis no discurso do que no plano da experiência.

Na proposição de Carrasco e Pons¹⁴ sobre a existência de uma distância entre a visão que os indivíduos manifestam de suas práticas e as práticas propriamente ditas, pode-se entender tais representações localizadas no contexto entre o

que se come e o que se deve comer uma vez que os sujeitos entrevistados estavam submetidos à prescrição dietética.

Cassidy⁶ recomenda a combinação de métodos quantitativos e qualitativos para melhor aprimorar instrumentos culturalmente sensíveis, capazes de apreender a realidade sócio cultural da população estudada.

A pesquisa culturalmente sensível proposta por Cassidy⁶ requer que o pesquisador perceba que a precisão dos dados é uma função do quanto conhecem as pessoas que eles querem entender e até onde os entrevistados confiam nele. As ações e concepções de ambos, pesquisador e entrevistado, são culturalmente carregadas, o que afeta o modo com que as pessoas entendem a realidade, o significado que impõem às palavras e atos e quais valores dão a conceitos tais como saúde e boa alimentação. A consciência de seus próprios sistemas de valores e pressuposições permitirá ao pesquisador conseguir melhor acuidade de seus resultados e possibilitará o discernimento de dados precisos e dados interpretáveis.

CONCLUSÃO

A estratégia metodológica utilizada permitiu constatar que a metodologia qualitativa pode contribuir com propriedade para mapear representação do consumo e das práticas alimentares. Focalizar as imprecisões e flutuações dos inquéritos alimentares como representações não esvazia o valor e a importância do mesmo, mas possibilita uma proximidade com o objeto de estudo, sentido essencial da busca de informações sobre consumo. A alimentação não parece ser uma prática cuja abordagem por inquéritos alimentares dê a ela a precisão almejada por estudos de consumo alimentar, sobretudo em sujeitos submetidos a tratamento dietético.

REFERÊNCIAS

1. Garcia RWD. Representações sociais da alimentação e saúde e suas repercussões no

comportamento alimentar. *Physis- Rev Saúde Coletiva* 1997; 7(2):51-68.

2. Moscovici S. *Representação Social da Psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar; 1978.

3. Jodelet D. La representación social: fenomenos, concepto y teoria. *In: Psicología social II*. 2.ed. Barcelona: Paidós; 1998. p.469-94.

4. Keane A, Willetts A. Concepts of healthy eating: an anthropological investigation in South East London. London: Goldsmiths University of London; 1996. 66p.

5. Witschi JC. Short-term dietary recall and recording methods. *In: Willett W. Nutritional epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1990. p.52-68.

6. Cassidy C. Walk a mile in my shoes: culturally sensitive food habits research. *Am J Clin Nutr* 1994; 59:190S-7S.

7. James WPT, Bingham SA, Cole TJ. Epidemiological assessment of dietary intake. *Nutr Cancer* 1981; 2(4):203-12.

8. Bingham SA, Cummings JH. Urine nitrogen as an independent validity measure of dietary intake: a study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet. *Am J Clin Nutr* 1985; 42:1276-89.

9. Sabaté J. Estimación de la ingesta dietética: métodos y desafíos. *Med Clí*, 1993; 100:591-6.

10. Brussaard JH, Lowik MR, Steingrimsdottir L, Moller A, Kearney J, De Henauw S, *et al.* For EFCOSUM Group. A European food consumption survey method-conclusions and recommendations. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(Suppl 2):S89-94.

11. Steingrimsdottir L, Ovesen L, Moreiras O, Jacob S. For EFCOSUM Group. Selection of relevant dietary indicators for health. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(Suppl 2):S8-11.

12. Bratteby LE, Sandhagen B, Fan H, Enghard H, Samuelson G. Total energy expenditure and physical activity as assessed by the doubly labeled water method in Swedish adolescents in whom energy intake was underestimated by 7 day diet records. *Am J Clin Nutr* 1998; 67:905-11.

13. Black AE. Metodos de valoración dietética: errores e incertidumbres. Anais do II Congresso Mundial Vasco - Problemas de la nutrición en las sociedades desarrolladas, Barcelona: Salvat; 1988. p.25-33.
 14. Carrasco S i Pons. Antropologia i alimentació - Una proposta per l'estudi de la cultura alimentària. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona; 1992. 124p.
 15. Juliano D. Aculturación. In: Aguirre-Baztán A, editor. Diccionario temático de antropología. 2.ed. Barcelona: Editorial Boixareu Universitaria, 1993. p.1-15.
 16. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press, 1990. p.85-96
 17. Queiroz MIP. Relatos orais: do "indizível" ao "dizível". Ciência e Cultura 1987; 39(3):272-86.
 18. Zabotto CB, Viana RPT, GIL MF. Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções. Campinas: Unicamp; 1996. 74p.
 19. Garcia RWD. Práticas e comportamento alimentar no meio urbano: um estudo no centro da cidade de São Paulo. Cad Saúde Pública 1997; 13(2): 455-67.
- Recebido para publicação em 11 de março de 2002 e aceito em 28 de maio de 2003.

Prevalência da amamentação em crianças menores de dois anos vacinadas nos centros de saúde escola

Breastfeeding prevalence among children less than two years old immunized in primary health care school services

Daniella Fernandes CAMILO¹
Roberta Villas Boas CARVALHO¹
Eduardo Freire de OLIVEIRA²
Erly Catarina de MOURA³

RESUMO

Objetivo

Neste trabalho foi desenvolvido estudo transversal com o objetivo de verificar a prevalência da amamentação em 1 708 crianças menores de dois anos em Campinas, São Paulo.

Métodos

As informações sobre idade, sexo, serviço de saúde utilizado e alimentação foram obtidas por entrevistas com mães ou responsáveis durante a Campanha de Multivacinação de 2001. A amamentação foi classificada como exclusiva, predominante (incluindo outros líquidos, exceto leites), complementar (incluindo outros alimentos e/ou leites) e total (soma de exclusivo, predominante e complementar).

Resultados

A análise demonstrou que a mediana de amamentação exclusiva foi de 68 dias e a de amamentação total foi de 6,4 meses. No primeiro semestre de vida, 38,1% das crianças estavam em amamentação exclusiva; 23,0% em predominante e 14,9% em complementar. No segundo semestre, 36,5% das crianças recebiam leite materno; no terceiro 26,4% e no quarto 13,9%. Crianças usuárias dos serviços públicos e das unidades locais de saúde apresentaram menor risco de desmame do que as usuárias dos serviços privados e de serviços não locais ($p < 0,005$).

¹ Acadêmicas, Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas, Brasil.

² Acadêmico, Faculdade de Medicina, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas, Brasil.

³ Núcleo Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde (NUPENS), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 715, 01246-904, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E.C. MOURA, Brasil. E-mail: erlycm@usp.br

Conclusão

Salienta-se a necessidade de estabelecimento de metas visando à amamentação exclusiva até seis meses de idade e total até dois anos ou mais, conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde e do Ministério da Saúde.

Termos de indexação: aleitamento materno, cuidados primários de saúde, saúde infantil.

ABSTRACT

Objective

A cross-sectional survey was developed aiming to identify the prevalence of breastfeeding among children aged 0-2 years living in Campinas, Sao Paulo state, Brazil.

Methods

Data on age, sex, health care service used and feeding were obtained by interviewing the mothers or caregivers of 1,708 children during the National Immunization Campaign in 2001. Breastfeeding was classified as exclusive, predominant (including others liquids, except milks), complementary (including others foods and/or others milks) and total (sum of exclusive, predominant and complementary).

Results

The median exclusive breastfeeding was 68 days and median total breastfeeding was 6.4 months. In the first semester of life, 38.1% of the children were exclusively breastfed, 23.0 predominantly and 14.9% complementary breastfed. In the second semester, 36.5% of the children were breastfed, in the third 26.4% and in the fourth semester 13.9%. Children who used public and local health care services were less likely to be weaned than the users of private and non-local health care services ($p<0.005$).

Conclusion

This article emphasizes the need to establish goals for exclusive breastfeeding up to 6 months of age and for total breastfeeding up to 2 years of age or more, according to the recommendations of the World Health Organization and the Brazilian Ministry of Health.

Index terms: breast feeding, primary health care, child welfare.

INTRODUÇÃO

O leite materno, como já amplamente descrito na literatura, contém todos os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento da criança, devendo ser o alimento exclusivo até os seis primeiros meses da vida¹. Os benefícios do leite humano são inúmeros, podendo ser destacados o baixo custo, amenorréia materna pós-parto, redução dos níveis de colesterol sérico na vida adulta, menor probabilidade de obesidade, proteção contra infecções, menor chance de alergia e relação afetiva mais intensa entre mãe e filho¹⁻⁵.

A política de saúde da criança no Brasil baseia-se na promoção, na proteção e no apoio ao aleitamento materno, visando à diminuição da mortalidade infantil e à melhoria da saúde. O país tornou-se modelo nessa área, implementando, na década de 80, um programa nacional de promoção à amamentação, contando com o apoio do Ministério da Saúde, da Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS)⁶⁻⁸. Essa abertura trouxe inúmeros avanços, embora ainda hoje seja necessário tratar esse tema como de extrema importância, colocando-o como uma das peças fundamentais dos cuidados primários da saúde⁹.

Até a década de 80, não existia no país nenhum programa do governo ou organização responsável pela elaboração e coordenação das atividades relacionadas ao aleitamento. Em 1981, foi criado o Programa Nacional de Incentivo ao Aleitamento Materno (PNIAM), ligado ao antigo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. Já na década de 90, na Reunião de Cúpula Mundial em Favor da Infância, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir a mortalidade infantil no país, utilizando a prática do aleitamento materno como uma de suas principais armas⁶.

Em 1999, durante a segunda etapa da Campanha Nacional de Vacinação contra a Paralisia Infantil, foi realizado o primeiro estudo urbano sobre amamentação no país, levantando dados sobre a prevalência do aleitamento materno em 25 capitais brasileiras e no Distrito Federal. A mediana de amamentação exclusiva foi de 33 dias, valor muito inferior à recomendação de 180 dias. Esse estudo mostrou claramente a diferença das taxas de aleitamento entre as regiões de nosso país, com uma tendência de crescimento da prática de amamentação no Brasil, comparado com pesquisas anteriores, cuja mediana foi de 7 meses¹⁰.

São indiscutíveis os avanços da prática do aleitamento materno em nosso país, mas pesquisa como a de 1999^{10,11} ainda demonstra, com clareza, as diferenças regionais e estaduais, indicando a necessidade de novos estudos e programas de promoção adequados para cada comunidade. Por outro lado, estudos para diagnóstico rápido sobre amamentação têm sido indicados em campanhas de vacinação pela maior praticidade, baixo custo e confiabilidade¹².

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo verificar a prevalência do aleitamento materno em menores de dois anos de idade, que compareceram à primeira fase da Campólio, em 2001, nos centros de saúde-escola da região Noroeste de Campinas, São Paulo, a fim de subsidiar ações locais de promoção da amamentação.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

A cidade de Campinas situa-se a 100 quilômetros ao Noroeste da cidade de São Paulo, no Estado de São Paulo. Para fins administrativos e assistenciais, Campinas divide-se em 5 Regiões: Norte, Sul, Leste, Sudoeste e Noroeste. A Região Noroeste comporta 7 unidades básicas de saúde, sendo 3 em estreita parceria com a universidade local, a qual assume responsabilidade assistencial e, principalmente, de formação de recursos humanos.

Após avaliação e aprovação em Comitê de Ética da Universidade, foi realizado este estudo transversal nos Centros de Saúde Escola Integração, Ipaussurama e Campos Elíseos, durante a primeira fase da Campanha Nacional de Multivacinação de 2001. Dados sobre a data de nascimento, sexo, serviço de saúde utilizado e alimentação, nas últimas 24 horas, das crianças menores de 2 anos de idade, foram coletados em entrevistas com as mães ou responsáveis pelas crianças, pelos acadêmicos dos cursos de Medicina e Nutrição especialmente treinados e supervisionados. Questionou-se também o serviço de saúde rotineiramente utilizado pela criança em estudo, classificando-o como público (serviços municipais, universitários e conveniados ao Sistema Único de Saúde) ou privado (convênios de saúde e particular).

A amamentação foi classificada como exclusiva, predominante, complementar ou nenhuma, conforme recomendação da OMS¹³. Considerou-se amamentação total quando a criança recebia leite materno de forma exclusiva, predominante ou complementar.

A análise dos dados obtidos foi feita pelo programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS). Assim, foram calculadas a idade, as medianas e prevalências de amamentação, bem como o risco de desmame conforme o sexo e serviço de saúde utilizado, considerando-se nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS

Foram entrevistados 1 708 responsáveis por crianças menores de 2 anos de idade. Em 13 casos não foi possível obter todas as informações: 3 pessoas desconheciam completamente a alimentação recebida pela criança, outras 3 se ela recebia outro líquido além do leite artificial, 3 se ela recebia outros alimentos além do leite artificial e 3 qual o serviço de saúde mais utilizado pela criança, o que impediu a classificação do tipo de amamentação em apenas 3 casos.

Das entrevistas realizadas, 78,7% foram respondidas pela mãe da criança; 10,6% pelo pai; 8,4% por outros parentes e 2,3% por outras pessoas. Do total, 47,5% das crianças eram do sexo feminino e 52,5% do sexo masculino. Cerca de 58% eram usuárias de serviços públicos e 42,1% de serviços privados.

A mediana de amamentação exclusiva da população estudada foi de 68 dias e a mediana de amamentação total foi de 6,4 meses, sendo respectivamente 70 dias e 4,8 meses no Centro de Saúde Integração, 76 dias e 7,3 meses no Ipaussurama e 60 dias e 6,5 meses no Campos Elíseos.

A prevalência de aleitamento materno exclusivo no primeiro mês de vida foi de 69,2% e de 92,3% para aleitamento total. No primeiro semestre de vida, 38,1% das crianças estavam em amamentação exclusiva; 23,0% em amamentação predominante; 14,9% em complementar, totalizando 76,0% das crianças

com leite materno e 24,0% não receberam-no. No segundo semestre, apenas 36,5% das crianças recebiam leite do peito; no terceiro semestre 26,4% e no quarto semestre 13,9% (Tabela 1). Ao final do primeiro ano de vida, apenas 33,3% das crianças recebiam leite materno e 7,1% ao final do segundo ano. A prevalência de aleitamento materno no primeiro ano de vida foi de 54,9% no segundo foi de 20,8%.

Na evolução do tipo de amamentação (Figura 1), observa-se, de um modo geral, uma queda drástica do aleitamento exclusivo nos primeiros meses de vida, passando abruptamente de 38% no quarto mês a 14% no quinto e 8% no sexto mês. Por outro lado, o desmame também aumenta gradativamente até o final do primeiro ano de vida, quando assume uma certa estabilidade até quase o final do segundo ano.

Não se encontrou diferença quanto à prevalência de amamentação total entre os sexos. Todavia, 42,4% dos usuários de serviços públicos amamentaram contra 33,5% dos usuários dos serviços privados ($p=0,0003$), gerando para estes últimos um risco de desmame 46,0% acima do risco dos primeiros ($OR=1,46$; $1,19<IC<1,79$). Os dados também mostraram a aderência ao serviço local de saúde como fator de proteção ao desmame, assim, 42,7% dos usuários dos centros de saúde em estudo amamentaram contra 35,2% dos não usuários ($p=0,002$), representando um risco de desmame 37,0% maior para estes últimos do que para os anteriores ($OR=1,37$; $1,12<IC<1,68$).

Tabela 1. Prevalência da amamentação segundo a idade, Campinas, 2001.

Idade (meses)	Prevalência de Amamentação (%)			
	Exclusiva	Predominante	Complementar	Total
0 a 6	38,1	23,0	14,9	76,0
6 a 12	2,1	1,2	33,2	36,5
12 a 18	1,1	2,3	23,0	26,4
18 a 24	-	1,1	12,8	13,9

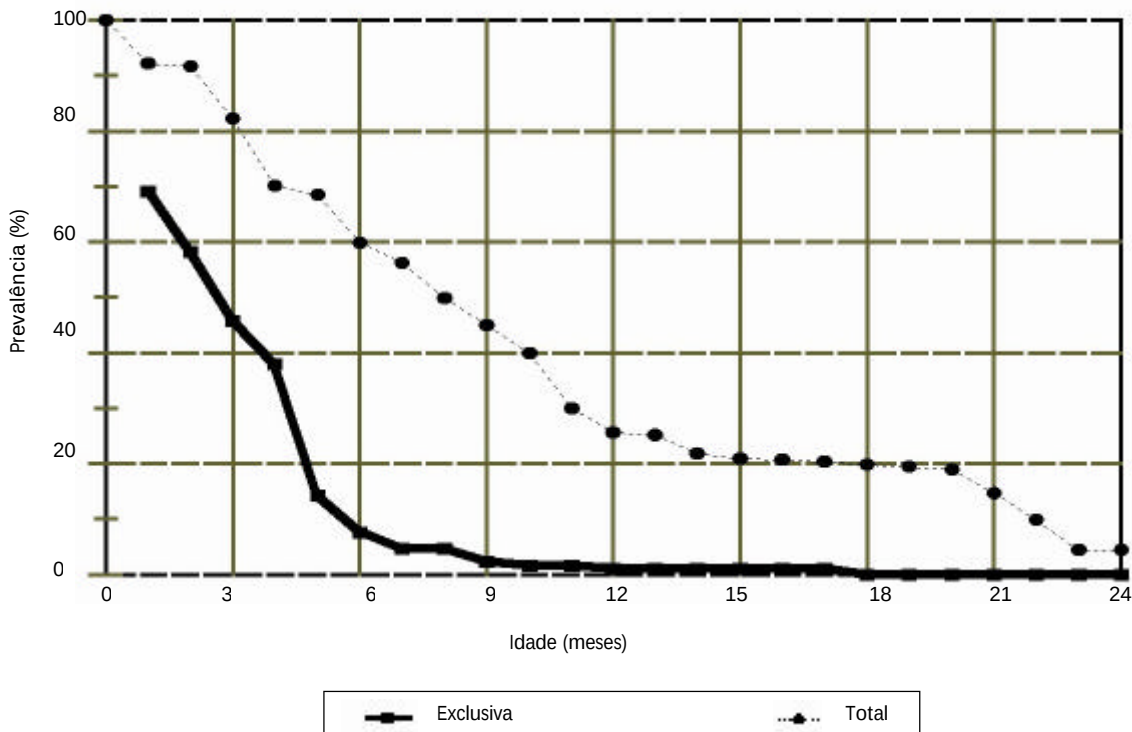


Figura 1. Prevalência de amamentação em menores de 2 anos de idade, Campinas, 2001.

DISCUSSÃO

A cobertura vacinal na população residente menor de 2 anos de idade foi de 88,0%, de modo que este estudo alcançou cerca de 75,0% da população estimada residente, conforme dados do último recenseamento, na área de cobertura dos centros de saúde investigados. A menor cobertura vacinal foi a do Centro de Saúde Ipaussurama (63,6%); o Centro de Saúde Campos Elíseos apresentou cobertura vacinal de 91,0% na faixa etária estudada e o Centro de Saúde Integração mais de 100,0%, conforme dados fornecidos pelo Distrito de Saúde Noroeste de Campinas.

Levantamentos de dados deste tipo depende da memória do entrevistado quanto aos alimentos presentes na dieta infantil, se configurando num dos limites deste estudo, embora Monteiro *et al.*¹² destaquem a confiabilidade como uma das características principais desta metodologia. Cumpre salientar

que a grande maioria das informações foi obtida diretamente da mãe (78,7%), que na cultura brasileira é considerada a pessoa mais próxima da criança e responsável pelo seu cuidado.

A mediana de aleitamento materno exclusivo de 68 dias encontrada nessa população, embora muito distante da recomendação oficial de 180 dias, foi o dobro da mediana nacional, que é de apenas 33 dias. Todavia, a mediana de amamentação total de 6,4 meses ficou 8,5% abaixo da mediana nacional, que é igual a 7 meses e muito distante da recomendação oficial de 24 meses ou mais¹⁰.

A mediana de aleitamento materno exclusivo em Campinas (68 dias ou 2,2 meses) foi maior do que os valores apontados, na última década, em localidades como João Pessoa, PB, onde o valor encontrado foi 16,5 dias¹⁴; em Ouro Preto, MG, 17 dias¹⁵; em Botucatu, SP, 17 dias¹⁶; em Montes Claros, MG, 27 dias¹⁷; em Florianópolis, SC, 53 dias¹⁴; em Piracicaba, SP variou de 3 a 30 dias, dependendo da comunidade

rural estudada¹⁸; em São Paulo, SP, a mediana foi de 10 dias junto às crianças de mães trabalhadoras¹⁹. Todavia, a mediana de aleitamento total (195 dias ou 6,4 meses) foi menor do que a de 238 dias identificada em Florianópolis¹⁴, de 8,7 meses em Montes Claros¹⁷ e de 9 meses em Feira de Santana, BA²⁰; similar aos dados de Alterosa, MG, que apontam 6,3 meses²¹ e em João Pessoa, 195 dias¹⁴; e maior do que a mediana de 71 dias em Ouro Preto¹⁵, 4 meses em Pelotas, RS²², 5 meses em São Carlos, SP²³, 167 dias em Botucatu¹⁶ e 150 dias entre as crianças de mães trabalhadoras de São Paulo¹⁹.

Ao analisar a prevalência do aleitamento, observa-se nos primeiros 30 dias que a prevalência de amamentação exclusiva (69,2%) e total (92,3%) é alta, quando comparada a outras localidades brasileiras, como exemplo, São Carlos²³, que apresentou 52,4% das crianças menores de 1 mês em aleitamento exclusivo. De um modo geral, a média brasileira para aleitamento exclusivo no primeiro mês é de 57,8%, variando de 42,2 a 71,8% na Região Norte, de 42,1 a 80,9% na Região Nordeste, de 35,9 a 75,7 na Região Centro-Oeste, de 38,8 a 59,4% na Região Sudeste e de 68,4 a 75,1% na Região Sul, que apresenta os melhores índices do país¹⁰. Em São Paulo, Souza *et al.*²⁴ encontraram 42,2% das crianças menores de 3 meses em amamentação exclusiva, enquanto que este estudo apontou 56,6% sendo que em São Paulo, 49,8% das crianças menores de 1 ano recebiam leite materno e em Campinas 55,7%.

A prevalência de aleitamento materno exclusivo entre os menores de 4 meses (51,1%) também foi maior do que a identificada, por Vieira *et al.*¹⁹, em Feira de Santana (45,6%), inclusive no primeiro semestre de vida quando se encontrou 38,1% das crianças campineiras em amamentação exclusiva e em Feira de Santana 36,9%. Porém, a prevalência de aleitamento total nas crianças menores de seis meses foi maior em Feira de Santana (82,2%) do que em Campinas (76,0%).

De um modo geral, a curva de declínio de amamentação exclusiva e total (Figura 1) é

semelhante à de Florianópolis e João Pessoa¹⁴, Montes Claros¹⁷ e Ouro Preto¹⁵, embora a prevalência de aleitamento exclusivo em João Pessoa e Ouro Preto seja menor do que em Campinas.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste estudo quanto à amamentação exclusiva em menores de 4 meses se encontram entre os mais altos (prevalência acima de 40%) do Estado de São Paulo²⁵, mas não quanto à amamentação total em menores de 1 ano.

Quanto à mediana de amamentação exclusiva, os dados apresentados neste trabalho (2 a 2,5 meses com média igual a 2,2) são maiores do que todas as outras regiões do país, que variam de 0,7 a 1,7 meses¹⁰. Enquanto que, no país, apenas 13,0% das crianças eram amamentadas exclusivamente no período entre 4 e 6 meses, neste estudo foi de 21,5%. Isto reflete, nos locais estudados, do trabalho conjunto da Secretaria Municipal da Saúde de Campinas e da PUC-Campinas no incentivo à amamentação exclusiva, ainda que distante da recomendação oficial de aleitamento materno exclusivo pela OMS, até 6 meses e total até 2 anos ou mais¹⁰. Também evidencia o desafio de aumentar este índice, tendo como meta a amamentação exclusiva até 6 meses para todas as crianças.

No entanto, este estímulo parece focado no aleitamento exclusivo, uma vez que a duração do aleitamento total é bem menor do que os dados das Regiões Norte, Centro-Oeste, Sul e Nordeste do país. Enquanto que, no Brasil¹⁰, 37,0% das crianças eram amamentadas até o final do primeiro ano de vida e 18,0% até o final do segundo ano, este estudo encontrou, respectivamente nas mesmas faixas etárias, 26,0% e 12,0%, isto reflete uma menor duração de aleitamento total, em Campinas, ainda que a introdução de alimentos ocorra mais tardiamente.

Embora estudos como este, e outros nacionais ou internacionais, vêm demonstrando

um aumento importante na situação da prevalência de aleitamento materno, as metas oficiais de aleitamento materno exclusivo e continuado ainda estão longe de serem atingidas. Assim, considerando ações de re-organização da atenção primária em Campinas, com a reciclagem em todas as áreas para os profissionais da saúde, visando à territorialização e focando o atendimento na saúde da família, é fundamental rever a qualidade da assistência à saúde da mulher e da criança. Metas devem ser estabelecidas, buscando não somente a extensão e a ampliação da amamentação exclusiva até 6 meses, mas também do aleitamento total até pelo menos 2 anos de idade, evitando a introdução precoce de alimentos complementares.

REFERÊNCIAS

1. Janke JR. The incidence, benefits and variables associated with breastfeeding: implications for practice. *Nurse Pract* 1993; 18:22-3, 28, 31-2.
2. Giugliani ERJ. O aleitamento materno na prática clínica. *J Pediatr* 2000; 21:238-52.
3. Victora CG, Vaughan JP, Lombardi C, Fuchs SMC, Gigante LP, Smith PG, *et al.* Evidence for protection by breast-feeding against infant deaths from infectious diseases in Brazil. *Lancet* 1987; 8:319-22.
4. Von Kries R, Koletzko B, Sauerwald T, Von Mutius E. Does breast-feeding protect against childhood obesity? *Adv Exp Med Biol* 2000; 478:29-39.
5. Wagner CL, Wagner MT, Hulsey TC. Factors influencing a mother's decision to breastfeed. *Adv Exp Med Biol* 2000; 478:435-6.
6. Araújo MFM. Situação e perspectivas do aleitamento materno no Brasil. *In:* Carvalho RM, Tamez RN. Amamentação: bases científicas para a prática profissional. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p.1-9.
7. Kummer SC, Giugliani ERJ, Susin LO, Folletto JL, Lermen NR, Wu VYJ, *et al.* Evolução do padrão de aleitamento materno. *Rev Saúde Pública* 2000; 34:143-8.
8. Réa MF, Berquó ES. Impact of the Brazilian national breast-feeding programme on mothers in Greater São Paulo. *Bull World Health Organ* 1990; 68:365-71.
9. Sanghvi TG. Melhora da eficácia em função dos custos da promoção do aleitamento materno em maternidades. New York: UNICEF; 1996.
10. Ministério da Saúde (Brasil). Secretaria de Política de Saúde. Organização Pan Americana de Saúde. Guia alimentar para crianças menores de 2 anos. Brasília: Ministério da Saúde; 2002.
11. Lamounier JA. Tendências do aleitamento materno no Brasil. *Rev Méd Minas Gerais* 1999; 9:59-66.
12. Monteiro CA, Venâncio SI, Kitoko P, Réa MF, Silva NN. Diagnóstico rápido de práticas de alimentação infantil em campanhas de vacinação: descrição de uma proposta. *Anais do 4º Congresso Brasileiro de Epidemiologia*, 1998. p.310.
13. Organização Mundial da Saúde. Indicadores para avaliar as práticas de lactância materna. Genebra; 1992.
14. Kitoko PM, Réa MF, Venâncio SI, Vasconcelos ACCP, Santos EKA, Monteiro CA. Situação do aleitamento materno em duas capitais brasileiras: uma análise comparada. *Cad Saúde Pública* 2000; 16:1111-9.
15. Passos MC, Lamounier JA, Silva CAM, Freitas SN, Baudson MFR. Práticas de amamentação no município de Ouro Preto, MG, Brasil. *Rev Saúde Pública* 2000; 34:617-22.
16. Carvalhaes MABL, Parada CMGL, Manoel CM, Venâncio SI. Diagnóstico da situação do aleitamento materno em área urbana do Sudeste do Brasil: utilização de metodologia simplificada. *Rev Saúde Pública* 1998; 32:430-6.
17. Caldeira AP, Goulart EMA. A situação do aleitamento materno em Montes Claros, Minas Gerais: estudo de uma amostra representativa. *J Pediatr* 2000; 76: 65-72.
18. Tabai KC, Carvalho JF, Salay E. Aleitamento materno e a prática de desmame em duas comunidades rurais de Piracicaba, SP. *Rev Nutr* 1998, 11: 173-83.

19. Réa MF, Venâncio SI, Batista LE, Santos RG, Greiner T. Possibilidades e limitações da amamentação entre mulheres trabalhadoras formais. *Rev Saúde Pública*, 1997; 31:149-56.
 20. Vieira GO, Glisser M, Araújo SPT, Sales AN. Indicadores do aleitamento materno na cidade de Feira de Santana, Bahia. *J Pediatr* 1998; 74:11-6.
 21. Pereira FA, Silva AC, Valentini AS, Carvalho AM, Souza AF, Candotti KL. Fatores relacionados à interrupção precoce do aleitamento materno em Alterosa/MG. *Rev Méd Minas Gerais* 1999; 9: 5-9.
 22. Horta BL, Olinto MTA, Victora CG, Barros FC, Guimarães PRV. Amamentação e padrões alimentares em crianças de duas coortes de base populacional no Sul do Brasil: tendências e diferenciais. *Cad Saúde Pública* 1996; 12(Supl): 43-8.
 23. Montrone VC, Arantes CIS. Prevalência do aleitamento materno na cidade de São Carlos, São Paulo. *J Pediatr* 2000; 76:138-42.
 24. Souza SB, Szarfarc SC, Souza JMP. Prática alimentar no primeiro ano de vida, em crianças atendidas em centros de saúde escola do município de São Paulo. *Rev Nutr* 1999; 12:167-74.
 25. Venâncio SI, Escuder MML, Kitoko P, Rea MF, Monteiro CA. Frequência e determinantes do aleitamento materno em municípios do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública* 2002; 36:313-18.
- Recebido para publicação em 3 de julho de 2002 e aceito em 2 de abril de 2003.

Anemia em adolescentes segundo maturação sexual

Anemia among adolescents according to sexual maturation

Bianca Assunção IULIANO¹

Maria Fernanda Petrolí FRUTUOSO²

Ana Maria Dianezi GAMBARDELLA³

RESUMO

Objetivo

Verificar a prevalência de anemia em adolescentes (hemoglobina < 12g/dL) em diferentes estágios de maturação sexual.

Métodos

Foi realizado estudo transversal com todos os adolescentes de quinta a oitava série em escola particular de São Paulo, por meio de dosagem de hemoglobina sanguínea (Hemocue®) e auto-avaliação para maturação sexual (fotos 5 estágios de Tanner), bem como indicadores sociais. Utilizou-se teste “t” de *Student* e teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação de médias e Qui-quadrado para associação entre variáveis ($p < 0,05$).

Resultados

Participaram desta pesquisa 118 alunos, sendo 66,9% do sexo feminino, com idade média $12,2 \pm 1,13$ anos e 33,1% do masculino, com $12,0 \pm 1,18$ anos. O nível médio de hemoglobina foi $13,2 \pm 1,08$ g/dL para meninas e $13,3 \pm 1,21$ g/dL para meninos ($p > 0,05$). Observou-se aparente aumento do nível médio de hemoglobina com o desenvolvimento do adolescente. Detectou-se anemia em 11,0% dos adolescentes, a maioria na fase púber, classificada como “prevalência leve” segundo a *World Health Organization*. Não foi encontrada associação entre indicadores sociais e anemia.

Conclusão

O estudo apontou baixa prevalência de anemia, mas acima do esperado entre púberes de escola particular e indica tendência de aumento dos níveis de hemoglobina com o desenvolvimento sexual dos adolescentes. Devem ser realizados novos estudos de prevalência de anemia para se determinar sua causa entre adolescentes de diferentes níveis socioeconômicos.

Termos de indexação: anemia, níveis de hemoglobina, puberdade, maturação sexual, adolescência.

¹ Departamento Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. E-mail: biaiuliano@yahoo.com.br

² Doutoranda, Departamento Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil.

³ Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Av. Dr. Arnaldo, 715, 2º andar, 01246-904, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.M.D. GAMBARDELLA. E-mail: gambarde@usp.br

ABSTRACT

Objective

To assess the prevalence of anemia (hemoglobin level $<12\text{g/dL}$) in adolescents, according to their sexual maturation stage.

Methods

A cross-sectional study was conducted with all adolescents enrolled in 5th - 8th grades in a private school in the city of São Paulo. Their hemoglobin level was measured (using Hemocue®) and sexual development was self-evaluated (with the aid of pictures of the maturation stages proposed by Tanner). The social indicators evaluated were the per capita family income and maternal schooling. Student *t* test and non-parametric Kruskal-Wallis test were used for mean comparison and Chi-square-test for associations ($p < 0.05$).

Results

We analyzed 118 students, of which 66.9% were females (aged 12.2 ± 1.13 years) and 33.1% were males (aged 12.0 ± 1.18 years). The mean hemoglobin level was 13.2 ± 1.08 g/dL for females and 13.3 ± 1.21 g/dL for males, with no significant difference. An apparent increase in the mean hemoglobin level was verified along with sexual development of the adolescents. Anemia was detected in 11% of them, most in the pubertal stage, which is classified by the World Health Organization as "mild prevalence". No association was found between social indicators and anemia prevalence.

Conclusion

This study showed low prevalence of anemia at rates higher than expected during puberty in a private school and indicates a trend for increased hemoglobin levels in connection with sexual development of adolescents. Further studies on anemia prevalence should be carried out to establish the factors associated with this disease, having adolescents from different socioeconomic levels as subjects.

Index terms: anemia, hemoglobin levels, puberty, sexual maturation, adolescence.

INTRODUÇÃO

Considerações atualmente apresentadas pela Organização Mundial da Saúde¹, indicam que aproximadamente dois bilhões de pessoas, mais de 30% da população mundial, apresentam-se anêmicas, evidenciando a gravidade do problema em saúde pública.

A anemia pode ocorrer pela falta de um ou mais nutrientes no organismo (ferro, cobalamina e/ou ácido fólico), agravada em países em desenvolvimento, pela alta incidência de infecções por helmintos e malária¹. No entanto, a deficiência de ferro é o distúrbio nutricional mais comum no mundo e a maior causa de anemia em fases de perda crônica de sangue durante menstruação prolongada, gestações consecutivas,

ou de rápido crescimento como infância, gravidez e adolescência^{2,3}.

A adolescência é marcada por intensas mudanças fisiológicas, psicológicas e somáticas, divididas, em fase inicial ou puberdade, entre 10 e 14 anos, caracterizada pelo estirão de crescimento (puberal) e maturação biológica (óssea e sexual), e a final, entre 15 e 19 anos, quando ocorre a desaceleração destes processos até a parada do crescimento^{4,5}.

Estudos com adolescentes observaram hábitos alimentares inadequados, havendo preferência pelo consumo de lanches e de produtos alimentícios com excesso de açúcares e gorduras, em detrimento a alimentos ricos em vitaminas e minerais^{5,6}, comprometendo seu crescimento e aumentando o risco do

desenvolvimento de anemia e outras carências nutricionais⁷, sobretudo na fase púber. As principais conseqüências da anemia para o organismo são fadiga, retardo do crescimento e do desempenho cognitivo, diminuição da imunidade e da capacidade de trabalho^{1,3,8}, além de afetar o aprendizado e o rendimento escolar da população acometida.

Considerando as necessidades nutricionais para reposição das perdas e desenvolvimento adequado, associadas a freqüentes erros alimentares da população púber, o presente estudo tem como objetivo detectar a prevalência de anemia em adolescentes nos diferentes estágios de maturação sexual, visando o diagnóstico precoce e orientação nutricional quando necessário.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Esta pesquisa faz parte de um estudo maior intitulado “Prevalência de anemia ferropriva em púberes em diferentes estágios de maturação sexual”, aprovado pelo Comitê de Ética competente e está de acordo com as normas da resolução 196 de 10/10/1996, do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos. Trata-se de um estudo transversal, no qual foram avaliados adolescentes de ambos os sexos, matriculados de quinta à oitava série, em escola de ensino fundamental da rede particular do Município de São Paulo. A pesquisa foi apresentada e explicada previamente a todos os alunos (n = 567) e professores da Instituição.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas sendo registradas em formulários pré-testados. Informações sobre indicadores sociais foram obtidas por meio de questionário enviado aos pais e os dados restantes com os alunos na própria escola.

A avaliação da maturação sexual, baseada nos caracteres sexuais secundários, ainda que apresentando dificuldades para sua realização

devido a fatores culturais, necessidade de local apropriado e profissionais capacitados, é o método mais utilizado em estudos populacionais⁴.

A auto-avaliação constitui alternativa eficiente para a determinação do estágio de maturação sexual, procedimento validado em diversos grupos de adolescentes norte-americanos, franceses e brasileiros⁸, que mostraram altos coeficientes de concordância entre auto-avaliação e a avaliação realizada por profissional especializado. Quanto à validade dos resultados obtidos, é importante ressaltar possíveis dificuldades na determinação das diferenças entre os estágios, que são sutis, especialmente nos estágios intermediários para desenvolvimento das mamas e genitais. Para contornar esses aspectos, foram oferecidas descrições detalhadas de cada estágio, apontando as diferenças entre eles, com o intuito de minimizar as possíveis dúvidas do grupo estudado.

Para a auto-avaliação do estágio de maturação sexual foi realizada a comparação entre as fotos das cinco etapas que caracterizam o desenvolvimento sexual do adolescente, conforme critério proposto por Tanner⁹. As fotos indicam o desenvolvimento dos pêlos pubianos (P1, P2, P3, P4, P5) para ambos os sexos, quanto às suas características, quantidade e distribuição. Para o sexo masculino, considerou-se o estágio de evolução dos genitais (G1, G2, G3, G4, G5) e para o feminino, o desenvolvimento das mamas (M1, M2, M3, M4, M5), avaliados quanto ao tamanho, forma e características. Para análise de dados utilizou-se como critério o menor estágio assinalado pelo adolescente entre os dois indicadores avaliados para cada sexo.

Os adolescentes foram distribuídos em grupos de quatro alunos, de mesmo sexo, e receberam informações sobre adolescência e maturação sexual e, em seguida, explicações sobre a auto-avaliação e o preenchimento do formulário. Este procedimento, empregado em estudo sobre níveis de hemoglobina em adolescentes, apresentou bom resultado¹⁰.

Avaliação dos níveis de hemoglobina sangüínea

Na própria escola, colheu-se uma gota de sangue capilar da ponta do dedo por meio de uma punctura de lanceta para determinar a quantidade de hemoglobina sangüínea^{2,3,11}, analisado-a imediatamente em hemoglobinômetro portátil (Hemocue®) pelo método de fotometria sem diluição. Tal método é indicado para estudos populacionais por apresentar precisão na leitura de hemoglobina e resultado confiável, possuir custo relativamente baixo, ser portátil e de fácil manuseio^{3,11,12}.

O ponto de corte determinado para caracterizar o quadro de anemia foi nível de hemoglobina sangüínea abaixo de 12g/dL, para adolescentes de ambos os sexos^{13,14}, independentemente da idade, pois o objeto do estudo é a idade fisiológica do adolescente, não a cronológica. O resultado foi classificado conforme a *World Health Organization*³, que considera *prevalência normal* até 5,0% da população com anemia, 5,0 a 19,9% *prevalência leve*, 20,0 a 39,9% *moderada* e, igual ou superior a 40% *prevalência severa*.

A renda *per capita* em salários mínimos (SM), classificando como inferior a 0,5 SM, de 0,5 a 1 SM, 1 a 2 SM e acima de 2 SM e a escolaridade materna em anos de estudo de 0 a 3, 4 a 7, 8 a 10 e 11 ou mais anos foram os

indicadores sociais verificados. As estratificações foram baseadas em estudo realizado sobre tendência secular da anemia na cidade de São Paulo².

Para a descrição das variáveis utilizaram-se medidas de tendência central e de dispersão. Aplicou-se o teste “*t*” de *Student* com o intuito de verificar a diferença entre médias de idade, segundo o sexo e a maturação sexual. A variável hemoglobina não apresentou distribuição normal, sendo utilizado teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para avaliar diferenças entre as médias. O teste qui-quadrado foi utilizado para analisar associação de variáveis. Os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa Epi Info 6.0, estabelecido nível de significância inferior a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram convidados a participar do estudo todos os estudantes ($n = 567$) do núcleo de quinta a oitava série, dos quais 118 alunos (20,8%) aceitaram participar, sendo 66,9% do sexo feminino e 33,1% do sexo masculino, com idades médias de $12,2 \pm 1,13$ anos e $12,0 \pm 1,18$ anos, respectivamente. Acredita-se que a recusa à participação ocorreu por receio da punção digital e/ou desconforto com relação ao estadiamento da maturação sexual.

Tabela 1. Distribuição dos adolescentes segundo sexo e fase de maturação sexual (São Paulo, 2001).

Fase de maturação sexual	Sexo				Total	
	Feminino		Masculino			
	n	%	n	%	n	%
I	3	3,8	2	5,1	5	4,2
II	11	13,9	13	33,3	24	20,3
III	36	45,6	9	23,1	45	38,1
IV	22	27,8	13	33,3	35	29,7
V	7	8,9	2	5,1	9	7,6
Total	79	100,0	39	100,0	118	100,0

Proporção semelhante de meninas e de meninos encontrava-se nos estágios II, III e IV de maturação sexual, correspondentes a fase pubertária, sendo o estágio I a fase pré-púbere e o estágio V a pós-púbere (Tabela 1).

Como pode ser observado (Figura 1), o nível médio de hemoglobina sanguínea encontrado foi $13,3 \pm 1,21$ g/dL para o sexo masculino e $13,2 \pm 1,08$ g/dL para o feminino, sem diferença significativa. Apesar da ausência de significância estatística, observa-se aparente relação entre as fases de maturação sexual e o nível de hemoglobina, tendenciando a aumentar com o desenvolvimento do adolescente.

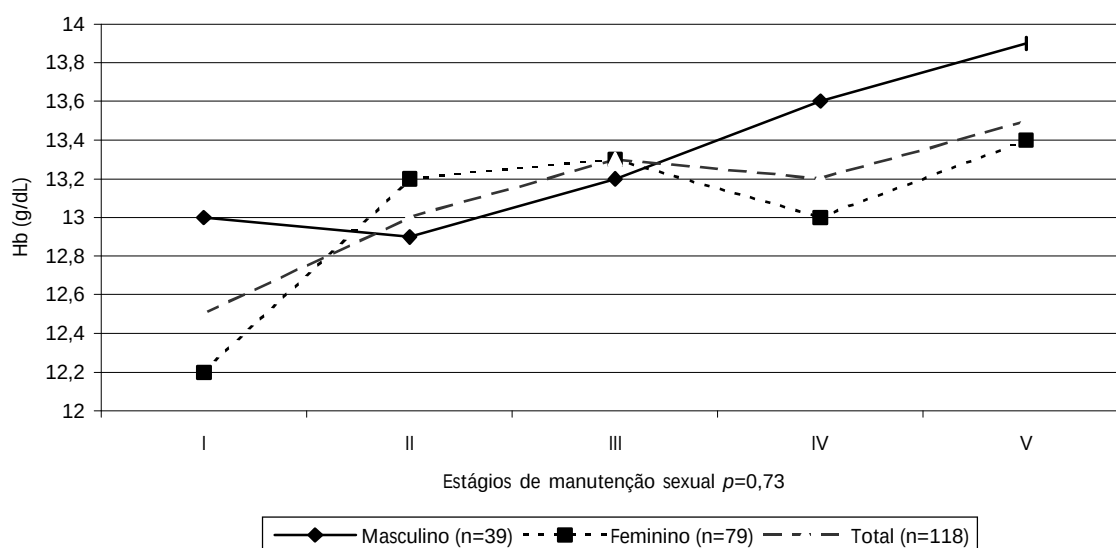
A menarca foi referida por 70,8%, ocorrendo aos $11,4 \pm 0,82$ anos de idade, em média. O valor médio de hemoglobina para as adolescentes que já haviam menstruado foi $13,3 \pm 1,08$ g/dL, discretamente superior em relação às demais, que apresentaram $12,9 \pm 1,03$ g/dL, sem significância estatística.

Detectaram-se 11,0% dos adolescentes com anemia, sendo 69,2% do sexo feminino e a maioria encontrando-se na fase púbere (Figura 2). Observou-se associação entre estágio de

maturação sexual e presença de anemia somente para meninas ($p=0,027$).

Tal prevalência mostrou-se superior à detectada por alguns estudos, como Vigantzky *et al.*¹⁰, em pesquisa semelhante realizada em um Centro de Juventude de São Paulo (8,2%), e Frith-Terhune *et al.*¹⁵ nos Estados Unidos, em estudo baseado no NHANES III com meninas entre 12 e 19 anos (1,8% de americanas mexicanas e 5,2% brancas não-hispânicas). Entretanto, outros autores encontraram prevalências superiores. Jackson & Al-Mousa¹³ detectaram 30,0% das adolescentes de 14 a 23 anos com anemia, em uma escola secundária no Kuwait, indicando possível associação do nível socioeconômico. Fujimori *et al.*¹⁶ encontraram em São Paulo, 17,6% de adolescentes anêmicas e 29,4% com deficiência de ferro.

Verificou-se que a maioria dos alunos (85,5%) possuía renda familiar *per capita* superior a 2 SM e apenas um dos adolescentes com anemia encontrava-se na faixa de renda inferior a este valor (entre 1 e 2 SM *per capita*), sem diferença significativa ($p=0,858$). Quanto à escolaridade materna o resultado foi semelhante, todos os alunos com anemia possuíam mães com 11 anos ou mais de estudos ($p=0,895$), demonstrando



Nota: Conforme Tanner⁹.

Figura 1. Valores médios de hemoglobina sanguínea (g/dL) segundo sexo e estágio de maturação sexual.

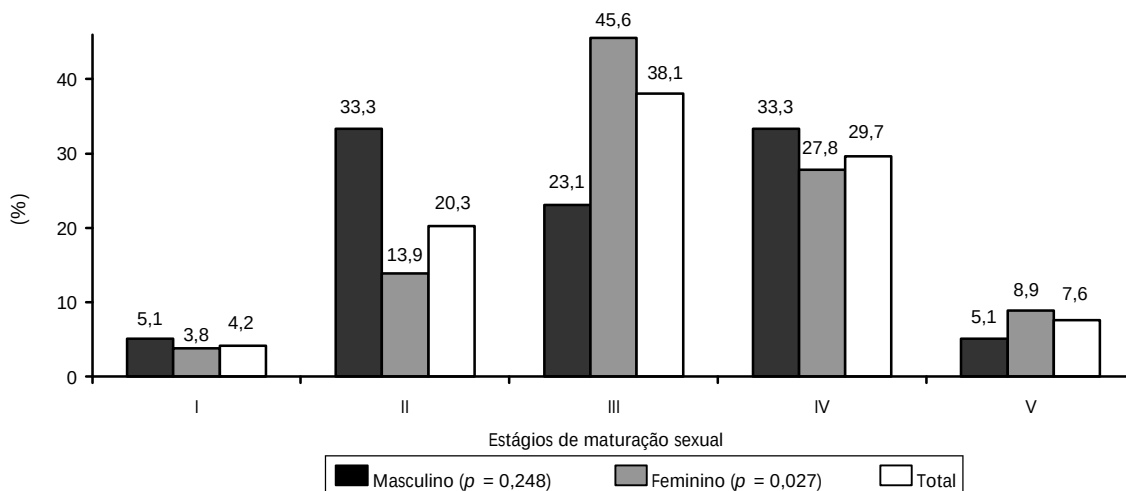


Figura 2. Distribuição de anemia entre adolescentes segundo sexo e estágio de maturação sexual.

prevalência da doença somente entre famílias de maior renda e escolaridade, apesar de não encontrada evidência estatística.

O método de dosagem de hemoglobina utilizado é eficiente para determinar a presença de anemia, mas insuficiente para determinar a causa da mesma ou identificar estágios caracterizados por depleção dos estoques de ferro no organismo, que podem evoluir para o quadro de anemia persistindo o balanço negativo do mineral. Para detectar os níveis de deficiência de ferro seria necessário dosar a transferrina, protoporfirina e ferritina sérica, sendo classificados em depleção de ferro aqueles que obtivessem resultados abaixo do normal em pelo menos dois destes indicadores^{17,18}.

A ocorrência de anemia na população estudada justifica-se pelo aumento de massa muscular, volume sangüíneo e capacidade respiratória, característicos da puberdade, bem como pelas influências que caracterizam sua alimentação, regrada por modismos e aspectos de beleza magra, ditados pela mídia, amigos e familiares⁶. Assim, mesmo tendo suas necessidades elevadas, quanto à macro e micronutrientes, compensadas pelo aumento de apetite, nem sempre o adolescente seleciona os alimentos mais adequados à sua nutrição.

A proporção de anemia detectada neste estudo (11%) encontra-se acima do considerado

normal pela WHO³, classificada como “prevalência leve”, justificando a preocupação com a faixa etária estudada.

CONCLUSÃO

Apesar de encontrar tendência de aumento dos valores de hemoglobina sangüínea com o desenvolvimento sexual dos adolescentes, este estudo apontou maior prevalência de anemia nos estágios de maturação sexual caracterizados por mudanças pubertárias mais intensas (II, III e IV), sugerindo a influência da puberdade no surgimento da doença. Foi observada associação entre estágio de maturação sexual e presença de anemia somente para o sexo feminino.

A partir destes resultados recomenda-se a realização de novos estudos de prevalência de anemia conforme o estágio de maturação sexual e nível socioeconômico, bem como consumo alimentar desta população, a fim de determinar fatores relacionados a esta patologia entre adolescentes. Especialmente entre adolescentes do sexo feminino, a orientação alimentar e a fortificação/suplementação de alimentos podem constituir intervenções fundamentais para diminuição da incidência de anemia entre adolescentes e do comprometimento do rendimento escolar e sistema imunológico neste período da vida.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>
2. Monteiro CA, Szarfarc SC, Mondini L. Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Rev Saúde Pública* 2000; 34(Supl 6):62-72.
3. World Health Organization. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers Geneve 2001. NHD Publicação n.01.3.
4. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva; 1995. 434p. Technical Report Series, 854.
5. Lerner BR. A alimentação e a anemia carencial em adolescentes [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 1994.
6. Gambardella AMD, Frutuoso MFP, Franchi C. Prática alimentar de adolescentes. *Rev Nutr* 1999; 12(1):55-63.
7. Horton S, Levin C. Commentary on "Evidence that iron deficiency anemia causes reduced work capacity". *J Nutr* 2001; 131(Suppl):691S-96S.
8. Duarte MFS. Maturação física: uma revisão da literatura, com especial atenção à criança brasileira. *Cad Saúde Pública* 1993; 9(Supl 1):71-84.
9. Colli AS, Coates V, Guimarães BEM. Monitoração do crescimento e desenvolvimento físico. In: Coates V. *Medicina do adolescente*. São Paulo: Sarvier; 1993. p.51-65.
10. Frutuoso MFP, Vigantzky VA, Gambardella AMD. Níveis séricos de hemoglobina em adolescentes matriculados em um Centro de Juventude segundo estágio de maturação sexual. *Rev Nutr* 2003; 16(2):155-62.
11. Von Schenck H, Falkensson M, Lundberg B. Evaluation of "Hemocue": a new device for determining Hb. *Clin Chemistry* 1986; 32(3): 526-9.
12. Morris SS, Ruel MT, Cohen RJ, Dewey KG, Brière B, Hassan MN. Precision, accuracy, and reliability of hemoglobin assessment with use the capillary blood. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(6):1243-8.
13. Jackson RT, Al-Mousa Z. Iron deficiency is a more important cause of anemia than hemoglobinopathies in Kuwaiti adolescent girls. *J Nutr* 2000; 130:1212-6.
14. YIP R. Significance of an abnormally low or high hemoglobin concentration during pregnancy: special consideration of iron nutrition. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(1 Suppl):272S-9S.
15. Frith-Terhune AL, Cogswell ME, Khan LK, Will JC, Ramakrishnan U. Iron deficiency anemia: higher prevalence in Mexican American than non-Hispanic white females in the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(4):963-8.
16. Fujimori E, Szarfarc S, Oliveira IM. Prevalence of iron deficiency anemia in female adolescents in Taboão da Serra, SP. Brazil. *Rev Latinoam Enf* 1996; 4(3):49-63.
17. Paiva AA, Rondó PHC, Guerra-Shinohara EM. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro. *Rev Saúde Pública* 2000; 34(4): 421-6.
18. Kohli-Kumar M. Screening for anemia in children: AAP Recommendations – A critique. *Pediatrics* [serial online] 2001; 108(3):56. Available from: <http://www.pediatrics.org/>

Recebido para publicação em 15 de julho de 2002 e aceito em 13 de junho de 2003.

Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos

Modifications in the gravimetric non enzymatic method for determination of soluble and insoluble dietary fiber in fruits

Nonete Barbosa GUERRA¹

Paulo Roberto de Barros Salomão DAVID¹

Débora Dias de MELO²

Adriana Barbosa Buarque VASCONCELOS³

Mônica Rabelo Maciel GUERRA³

RESUMO

Objetivos

Modificações do tratamento da amostra e da sequência operacional do método gravimétrico não enzimático foram realizadas, com vistas a simplificá-lo e permitir a quantificação das frações solúvel e insolúvel da fibra alimentar total.

Métodos

A influência da liofilização foi inicialmente avaliada em amostras de goiaba e, posteriormente, em acerola, manga, pinha, sapoti e uva. As modificações inerentes à sequência metodológica foram testadas nos referidos frutos e em abacaxi, caju, maracujá e morango.

Resultados

As médias de fibra alimentar total obtidas para goiaba liofilizada e não liofilizada: 10,47%±1,15 e 10,53 %±0,88, respectivamente, demonstram: boa reprodutibilidade do método e inexistência de diferenças significativas entre os tratamentos aplicados à goiaba e demais frutos. Diferentemente do constatado na

¹ Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco. Rua dos Médicos, s/n, Campus Universitário, 50670-901, Recife, PE, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: N.B. GUERRA. E-mail: leaal@nutricao.ufpe.br

² Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. Bolsista PIBIC/CNPq/UFPE.

³ Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. Bolsista PIBIC/CNPq/UFPE.

determinação da Fibra Alimentar Insolúvel, cujo percentual variou de 99,6% para o caju a 54,0% para a acerola, os dados gerados para a fibra alimentar solúvel foram desconsiderados, dada a dispersibilidade apresentada.

Conclusão

Estes resultados evidenciam que as amostras prescindem da liofilização e que a quantificação da Fibra Alimentar Solúvel requer ajustes na etapa de precipitação.

Termos de indexação: fibra alimentar, método gravimétrico não enzimático, frutas.

A B S T R A C T

Objetives

Modifications in the treatment of samples and operational sequence of the gravimetric non enzymatic method were carried out in order to simplify it and allow the quantification of soluble and insoluble quantities of the total dietary fiber.

Methods

Lyophilization influence was first evaluated in guava samples and afterward in samples of acerola, mango, sugar apples, sapodilla and grapes. The mentioned fruits and also pineapple, cashew, passion fruit and strawberry were tested for the modifications intrinsic in the methodological sequence.

Results

The average total dietary fiber for guava, both lyophilized and non-lyophilized, were: 10.50% $\pm$ 0.97 and 10.53% $\pm$ 0.88, respectively, revealing good method reproducibility and no significant differences among the treatments applied to guava and other fruits. Differently from what was found in the determination of the insoluble dietary fiber, which had a variation of 99.6% for cashew and 54.0% for acerola, the data generated for soluble dietary fiber were disregarded, due to the dispersiveness found.

Conclusion

Those results show that the samples do not depend on lyophilization and that the quantification of soluble dietary fiber needs further adjustments of the precipitation stage.

Index terms: dietary fiber, gravimetric non enzymatic method, fruits.

I N T R O D U Ç Ã O

O consumo de alimentos ricos em fibra alimentar é essencial para manter a saúde e reduzir os riscos de diversas doenças, conforme pesquisas realizadas por alguns autores^{1,2,3}.

Não obstante todas as evidências, constata-se que a maioria das tabelas de composição de alimentos, utilizadas pelos profissionais de saúde e de Ciência e Tecnologia de Alimentos, se limitam a informar o conteúdo de fibra bruta,

restringindo, portanto, a aplicação de suas propriedades funcionais.

Em geral, a determinação da fibra alimentar é realizada por método gravimétrico, que requer um tratamento prévio da amostra através de combinações de enzimas e soluções tampões em diferentes níveis de pH e temperaturas, para completa remoção do amido e parcial remoção da proteína, o que pode conduzir a perdas do material ensaiado. Em 1992, Li & Cardozo⁴, considerando a reduzida concentração

de amido ($\leq 2,0\%$) nos frutos e hortaliças, propuseram um procedimento simples, no qual as incubações enzimáticas são suprimidas e a suspensão das amostras é obtida pela utilização sequencial de água e etanol, para eliminar os componentes solúveis⁵. Após a comprovação de sua eficácia, esta metodologia foi adotada em ação final pela *Association of Oficial Analytical Chemist* (AOAC), em 1998, para quantificar a Fibra Alimentar Total (FAT)⁶ neste grupo de alimentos. Outro aspecto importante, no entanto, permanecia indeterminado. A participação da fração de Fibra Alimentar Solúvel (FAS) (substâncias pécicas, gomas, hemiceluloses e β glucanas) e de Fibra Alimentar Insolúvel (FAI) (a maioria hemiceluloses, celulose e lignina), cuja diferenciação é baseada na solubilidade, explica a diversidade das funções por elas exercidas.

Considerando a importância de conhecer o real potencial desse grupo de alimentos na redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, foi implementado este trabalho, com vistas a adequar o método desenvolvido por Li & Cardozo⁴ para quantificar os percentuais das frações solúveis e insolúveis da fibra alimentar, em frutos tropicais.

MATERIALE MÉTODOS

As amostras foram constituídas pela parte comestível de: abacaxi (*Annanas comosus* (L) Merrill), acerola (*Malpighia puniceifolia*), caju (*Anarcadium occidentale*, L.), goiaba (*Psidium guajava*, L.), manga (*Mangífera indica*, L.), maracujá (*Passiflora edulis*, Sims.), morango (*Fragaria vesca*, L.), pinha (*Annona squamosa*, Lin.), sapoti (*Manilkara zapota* (L.) Van Royeu) e uva roxa (*Vitis vinífera*, L.), cujos frutos, *in natura*, foram adquiridos, aleatoriamente, nas condições em que são comercializados na cidade do Recife, PE. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos (LEAAL) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco.

Experimento 1: Modificação do tratamento das amostras

A parte comestível da goiaba, incluindo cascas e sementes, após homogeneização, foi subdividida em dois grupos: A) liofilizada conforme o método de Li & Cardozo⁷ e B) não liofilizada (amostra-teste). Nesta, a tomada de amostra *in natura* foi realizada tendo por base o resíduo seco de cada fruto estudado (AOAC, 920.151)⁸. Ambos os grupos foram, a seguir, submetidos aos procedimentos descritos pelo método acima referido, para determinação da FAT (Figura 1). A precisão da modificação foi avaliada considerando a reprodutibilidade dos dados em função das características da dispersão dos resultados obtidos e através da determinação dos Coeficientes de Variação (CV)⁹. Em seguida, estes tratamentos foram aplicados à acerola, manga, sapoti, uva roxa e pinha e os resultados submetidos ao teste “t” de *Student*, para comparação entre as médias.

Experimento 2: Adequação da sequência operacional do método, com vistas a propiciar a determinação das frações solúveis e insolúveis

O esquema analítico de Li & Cardozo⁷ foi modificado, considerando a proposta de Prosky *et al.*¹⁰ (Figura 2), para a mensuração das frações insolúvel e solúvel. Para determinação da FAI, a filtração foi procedida imediatamente após a solubilização dos compostos solúveis, sendo o filtrado recuperado para quantificação da FAS, antes da lavagem do resíduo do cadinho, com etanol e acetona, prosseguindo conforme Figura 1, enquanto a FAS foi obtida a partir da precipitação dos integrantes da fração solúvel, do filtrado recuperado, seguida de nova filtração e demais etapas descritas na Figura 1. Estas modificações foram testadas nos frutos anteriormente citados e ainda em abacaxi, caju, maracujá e morango.

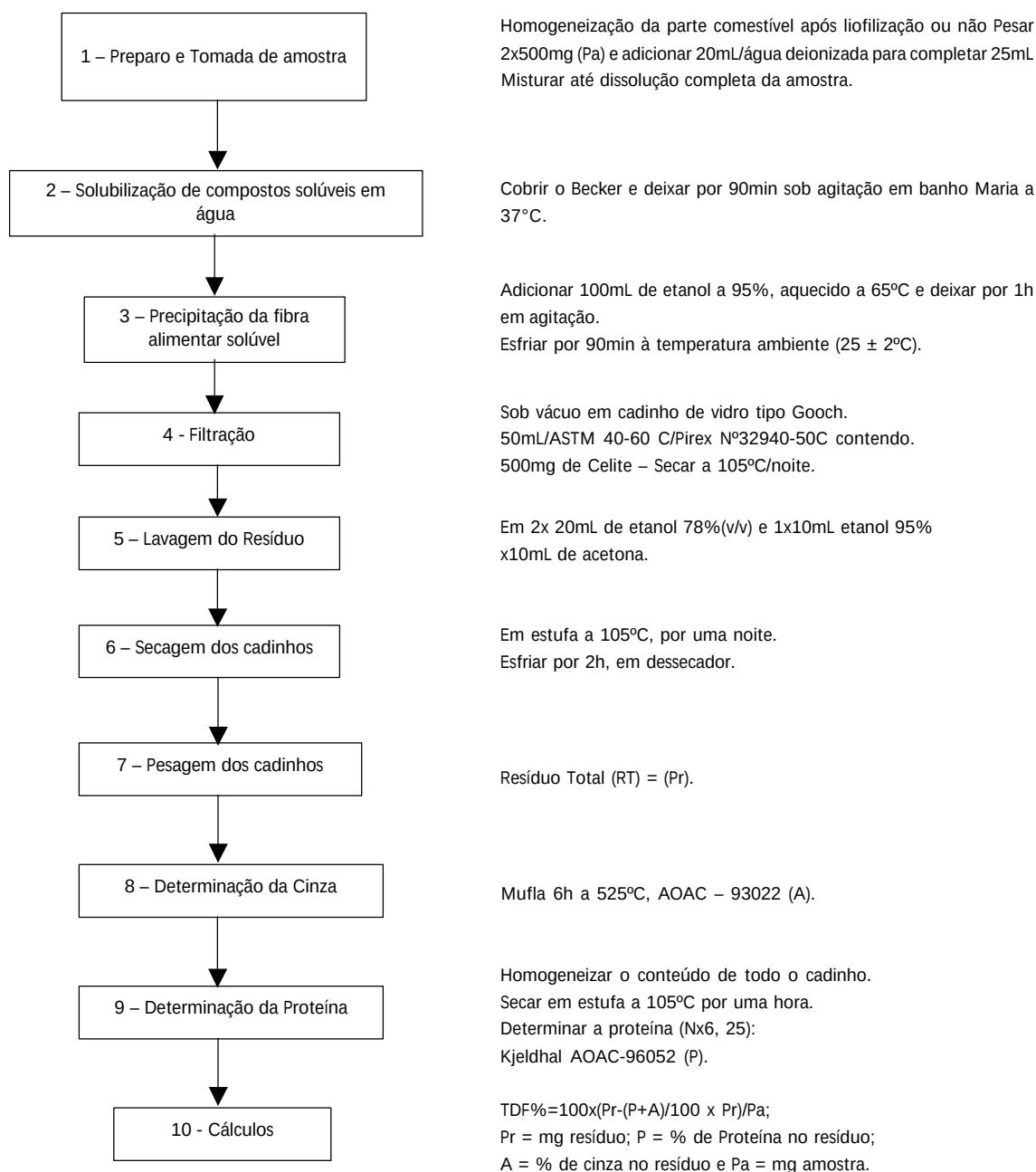


Figura 1. Determinação de Fibra Alimentar Total pelo Método Gravimétrico Não Enzimático (Li & Cardozo⁴). AOAC– 99321.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta referente à modificação do preparo das amostras foi, inicialmente, aplicada à goiaba, através da realização de 10 ensaios analíticos, em duplicata (Tabela 1).

Avaliando a precisão dos dados gerados nas condições em que foram obtidos (dois

operadores, dois tratamentos de amostras), verifica-se que, além da inexistência de diferenças significativas ($p > 0,05$), os mesmos se distribuíram no intervalo de dois desvios-padrão, em torno da média, considerada aceitável como expressão de variação intralaboratorial.

Os Coeficientes de Variação (CV), 10,98% e 8,35%, determinados para as amostras

líoilizadas e não líoilizadas, respectivamente, demonstram uma satisfatória reprodutibilidade dos dados, principalmente se considerados os fatores intrínsecos e extrínsecos inerentes ao fruto, (inexistência de classificação de cultivares e estabelecimento do ponto ótimo de colheita) e ao método (possibilidade de perda de material da amostra nas etapas de filtração e lavagem do resíduo durante a análise), enquadrando-se, portanto, dentro do esperado para materiais químicos e biológicos.

Os referidos tratamentos foram, a seguir, aplicados a outros frutos tropicais, cujos resultados (Tabela 2), ratificam a eficácia das modificações.

O estabelecimento de comparações entre os resultados desta pesquisa e aqueles gerados por outros autores é dificultado pela carência de informações sobre FAT, em frutos tropicais, obtidas por metodologia similar. Através do método Fibra Detergente Neutro, Mendez *et al.*¹¹ obtiveram valores similares aos desta pesquisa para abacaxi, acerola, caju e uva; superiores para maracujá e inferiores para pinha, manga e goiaba. Estas divergências podem ser devidas a limitações do método, quando empregado em alimentos com quantidades apreciáveis de pectina¹², a exemplo da goiaba, pinha e manga e/ou, segundo Guerra¹³, relacionadas à amostragem (parte do fruto

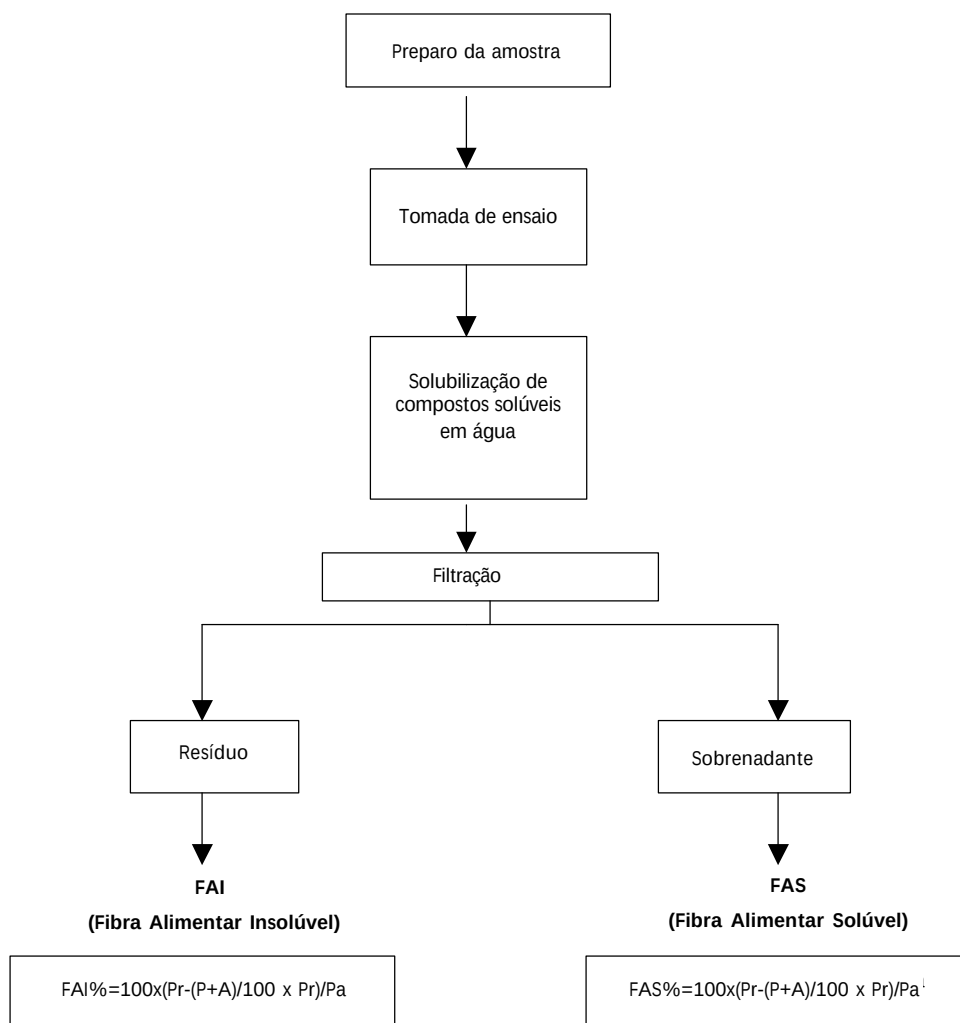


Figura 2. Esquema analítico para determinação das Frações Insolúvel e Solúvel da Fibra Alimentar pelo Método Gravimétrico Não Enzimático, adaptado por Guerra¹³.

Tabela 1. Porcentagem de Fibra Alimentar Total (FAT) em goiaba liofilizada e não liofilizada.

Liofilizadas		Não Liofilizadas	
Amostras	FAT (%)	Amostras (n)	FAT (%)
1	11,80	6	9,12
2	10,30	7	10,45
3	11,38	8	11,00
4	9,98	9	11,50
5	8,90	10	10,61
Média	10,47	Média	10,53
Desvio-Padrão	1,15	Desvio-Padrão	0,88
CV%	10,98	CV%	8,35

Tabela 2. Efeito do tratamento da amostra sobre o percentual de Fibra Alimentar Total, em frutos tropicais.

Frutas	Liofilizadas*	Não Liofilizadas*
Acerola	2,49 ^a	2,32 ^a
Goiaba	10,61 ^a	11,38 ^a
Manga	3,27 ^a	3,34 ^a
Pinha	5,62 ^a	6,43 ^a
Sapoti	9,98 ^a	8,63 ^a
Uva Roxa	2,27 ^a	2,18 ^a

Nota: Na mesma linha, letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%. (*) Média obtida de, no máximo, 3 ensaios.

analisada, cultivar utilizada e/ou estágio de maturação dos frutos). Uma análise dos percentuais máximos e mínimos obtidos no decorrer desta pesquisa, independente do tratamento aplicado, comprova a influência desses fatores para goiaba, pinha e uva roxa: 8,90-11,80; 4,99 - 7,20 e 1,93 - 2,27, respectivamente.

Com relação às respostas obtidas em função das modificações introduzidas na sequência operacional do método (experimento 2), foram observados problemas referentes à precipitação da FAS, provavelmente decorrentes da heterogeneidade e da reduzida concentração das substâncias integrantes desta fração, conforme já evidenciado por Prosky *et al.*¹⁰, que dificultaram a precipitação da mesma. Este problema, ao comprometer a precisão analítica desejada, justifica a utilização do cálculo, por diferença, para quantificar a referida fração.

Ao comparar os resultados explicitados (Tabela 3) com os apresentados por Menezes & Lajolo¹⁴, foram constatadas similaridades, no tocante ao abacaxi (1,36%), manga (3,30%) e uva roxa (1,78%) e considerável diferença em relação à goiaba (4,95%). Esta discrepância deve

Tabela 3. Utilização do Método Gravimétrico Não Enzimático modificado na determinação da Fibra Alimentar Total, Insolúvel e Solúvel, em frutos tropicais.

Amostras Frutos	Fibra Alimentar Total (g%)	Fibra Insolúvel (g%)	Fibra Solúvel (g%)
Abacaxi	1,34	1,14	0,20
Acerola	2,22	1,21	1,01
Caju	2,66	2,65	0,01
Goiaba	11,5	9,96	1,54
Manga	3,34	2,08	1,26
Maracujá	0,58	0,53	0,05
Morango	1,99	1,73	0,26
Pinha	5,44	4,59	0,85
Sapoti	8,63	7,29	1,34
Uva Roxa	1,96	1,70	0,26

(*) Calculada por diferença (Fibra alimentar total – Fibra Insolúvel = Fibra solúvel).

ser decorrente da amostragem utilizada nesta pesquisa que incluiu cascas e sementes, em consideração ao hábito de consumo local do referido fruto. Uma considerável variabilidade foi observada, entre os frutos estudados, quanto ao teor de FAT, que se apresenta mais elevado na goiaba, sapoti e pinha, corroborando os achados de Salgado *et al.*¹⁵.

Embora tenha sido ratificada a predominância da fração insolúvel: 99,6%, 86,6%, 84,4% e 84,3% da FAT, no caju, goiaba, sapoti e pinha, respectivamente, destaca-se a participação da fibra solúvel, na manga e acerola, cuja relação com a insolúvel é de aproximadamente 38:62% e 46:54%. Considerando as recomendações do *Food and Drug Administration* (FDA) para uma dieta equilibrada: 70% –75% de fibra insolúvel para 25% –30% de solúvel³, verifica-se que a relação entre as frações de fibra da manga e da acerola encontra-se próxima ao ideal, diferenciando-os dos demais frutos estudados.

Estas informações são relevantes, do ponto de vista prático, na elaboração de dietas, face aos possíveis efeitos de cada uma das frações. Os componentes da FAI, por exemplo, são dotados de propriedades higroscópicas, que lhes conferem a habilidade de reter água no trato gastrointestinal, aumentando o volume das fezes e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de trânsito, o que permite corrigir a constipação, prevenindo, assim, o aparecimento de alterações patológicas no intestino, enquanto as substâncias integrantes da FAS apresentam um efeito diferencial sobre os níveis de colesterol no plasma^{1,2,3,16-18}.

Do exposto, depreende-se a importância de gerar e divulgar informações sobre as frações da fibra, através de tabela de composição e da rotulagem de alimentos, com vistas a orientar o consumidor na seleção de alimentos para compor uma dieta rica em fibra e auferir seus benéficos efeitos sobre a saúde.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos, nas condições em que a pesquisa foi realizada, permitem concluir

que a etapa de liofilização não é imprescindível à determinação da fibra alimentar total, bem como de suas frações, pelo método gravimétrico não enzimático e que as modificações introduzidas na seqüência operacional deste método, embora eficazes na determinação da Fração Insolúvel (FAI), necessitam ajustes para a quantificação da Fração Solúvel (FAZ) da Fibra Alimentar Total, em frutos tropicais.

REFERÊNCIAS

1. Schneeman BO, Tietzen J. Dietary fiber. In: Shils ME, Olson JA, Shike M. Modern nutrition in health and disease. 8th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1996. v.1
2. Schimdt MK, Labuza TP. Essential of functional foods. Gaithersburg: Aspen Publication; 2000. 395p.
3. Marquez LR. A fibra terapêutica. São Paulo: CRF Propaganda; 2001. 175p.
4. Li BW, Cardozo MS. Nonenzymatic-gravimetric determination of total dietary fiber in fruits and vegetables. J AOAC Int 1992; 75(2):372-4.
5. Lajolo FM, Saura-Calixto F, Penna EW, Menezes EW. Fibra dietética em Iberoamerica: tecnologia y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos. São Paulo: Varela; 2001. 469p.
6. Filisetti TMCC. Fibra alimentar insolúvel, solúvel e total em alimentos brasileiros. Rev Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo 1991; 27(1):83-97.
7. Li BW, Cardozo MS. Nonenzymatic-gravimetric determination of dietary fiber in fruits and vegetables. J AOAC Int 1994; 77(3):687-9.
8. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16th ed. Washington; 1998. v.Ia, IIa.
9. Bredolan G. Validação de métodos cromatográficos. Pedreira: Expolabor e Isolabor Consultoria e Treinamento; 2000 (Seminário).

10. Prosky L, Asp NG, Sceweizer TF. Determination of insoluble, soluble and total fiber in food products: interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* 1988; 71(5):1017-23.
 11. Mendez MHM, Dewi SCN, Rodrigues MCR. Tabela de composição de alimento. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 1995. 41p.
 12. Slavin JL. Dietary fiber: classification, chemical analysis and food sources. *J Am Diet Assoc* 1987; 87(9):1164-71.
 13. Guerra NB. Constituintes da fibra alimentar em frutos tropicais *in natura* e derivados. Relatório ao CNPQ (Pesquisa). Recife: Departamento de Nutrição Universidade Federal de Pernambuco; 1999. 19p.
 14. Menezes EW, Lajolo FM. Contenido en fibra dietética y almidon resistente in alimentos y productos Ibero-americanos. São Paulo: DOCUPRINT; 2000. 121p.
 15. Salgado SM, Guerra NB, Melo Filho AB. Polpa de frutos congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. *Rev Nutr* 1999; 12(3):303-8.
 16. Schneeman BO. Dietary fiber physical and chemical proper pies, methods of analysis and physiological effects. *Food Technol* 1986; 40(2):104-10.
 17. Rispin CM, Keenen JM, Jacobs DR, Elmeme PJ. Oat products on lipid lowering a meta analysis. *J Am Med Assoc* 1992; 267:3317-27.
 18. Gallaher DD, Schneeman BO. Fibra alimentaria. *In*: Ziegler EE, Filer Jr LJ. Conocimientos actuales sobre nutricion. 7.ed. Washington: OMS; 1997:95-105.
- Recebido para publicação em 31 de setembro de 2001 e aceito em 28 de abril de 2003.

Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.)

Total phenolics and antioxidant activity of the aqueous extract of mung bean sprout (Vigna radiata L.)

Vera Lúcia Arroxelas Galvão de LIMA¹

Enayde de Almeida MÉLO¹

Maria Inês Sucupira MACIEL²

Geane Soares Beltrão SILVA²

Daisyvângela Eucrêmia da Silva LIMA²

RESUMO

Objetivo

Considerando a importância dos compostos fenólicos em alimentos e que o broto de feijão-mungo vem sendo incluído na culinária brasileira, este estudo teve como objetivo quantificar o teor de fenólicos totais deste vegetal e avaliar a ação antioxidante do seu extrato aquoso.

Métodos

Os compostos fenólicos foram extraídos por quatro sistemas de solventes e dois métodos de extração, os quais foram diferenciados no tempo (2 e 1h) e número de extrações (2 e 3 extrações). Os fenólicos totais dos extratos foram quantificados por método espectrofotométrico.

Resultados

Os extratos obtidos com água à temperatura ambiente (28°C), nos dois métodos de extração, foram os que apresentaram maior quantidade de fenólicos totais, sem contudo apresentar diferença significativa entre eles. O método II, que consistiu de três extrações em 1h, pode ser considerado o melhor por ter utilizado menor tempo de extração. O extrato aquoso em sistema modelo β -caroteno/ácido linoléico exibiu ação antioxidante (48,07% de inibição da oxidação), entretanto foi inferior ao padrão BHT.

¹ Departamento Ciências Domésticas, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: V.L.A.G. LIMA. E-mail: veraarroxelas@hotmail.com

² Acadêmicas, Curso de Economia Doméstica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

Conclusão

O broto de feijão-mungo possui considerável quantidade de fenólicos totais, compostos responsáveis por sua ação antioxidante, cujo consumo pode proporcionar efeitos benéficos à saúde.

Termos de indexação: alimentos, compostos fenólicos, broto de feijão-mungo, antioxidantes.

ABSTRACT

Objective

Considering the importance of phenolic compounds in foods and the increasing consumption of mung bean sprouts in Brazil, this study had the objective of quantifying the total phenolic content in this vegetable and to assess the antioxidant activity of its aqueous extract.

Methods

The phenolic compounds were extracted by four solvent systems and two extraction methods, which were different in time (2 and 1h) and in number of extractions (2 and 3 extractions). The total phenolic content of the extracts were quantified by the spectrophotometric method.

Results

*The extracts obtained with water at room temperature (28°C) in both extraction methods showed a higher content of phenolic compounds; however, no statistical difference was evidenced between the two methods. Method II, consisting of 3 extractions in 1 hour period, can be considered the best because the extraction time was shorter. The aqueous extract in a *b*-carotene-linoleic acid model system presented antioxidant activity (48.07% oxidation inhibition), which was nevertheless lower than BHT levels.*

Conclusion

Mung bean sprouts have a considerable amount of total phenolic compounds, responsible for their antioxidant activity, and their intake may be beneficial to the consumers' health.

Index terms: foods, phenolic compounds, mung bean sprout, antioxidants.

INTRODUÇÃO

O consumo de vegetais tem sido associado a uma dieta saudável. Além do seu potencial nutritivo, estes alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais desempenham funções biológicas, com destaque para aqueles com ação antioxidante. Estudos têm demonstrado que além de β -caroteno, vitamina C e vitamina E, os compostos fenólicos também estão relacionados à capacidade antioxidante de vários vegetais¹⁻³.

Nos últimos anos os países ocidentais têm incluído o broto de feijão-mungo, não somente em pratos tradicionalmente chineses, mas em

várias outras preparações. O aumento do consumo desse vegetal é decorrente da procura por alimentos naturais e do seu valor nutritivo, pois além de conter certas vitaminas e minerais, apresenta baixo valor energético em função do reduzido teor de lipídios e alto conteúdo de água^{4,5}. Além do aspecto nutricional, foi evidenciado que este vegetal apresenta propriedade antioxidante em função da presença de compostos fenólicos⁶.

A eficiência da extração destes constituintes está diretamente relacionada às características químicas das moléculas e aos procedimentos de extração⁷. Keinänen⁸ evidenciou que solventes aquosos (MeOH 80% e EtOH 80%) foram mais eficazes na extração de fenólicos. Kalt

*et al.*⁹ verificaram que esses compostos foram melhor extraídos em água a 60°C. Com o tempo de 20 minutos para cada etapa de extração, Maillard *et al.*¹⁰ obtiveram um teor quatro vezes maior de fenólicos totais. Por outro lado, um dos métodos de extração testado por Kähkönen *et al.*¹¹ que foi considerado eficiente, consistiu de três extrações de 45, 45 e 20 minutos.

Assim, considerando que o broto de feijão-mungo vem sendo incluído na culinária brasileira e que ainda são escassas as pesquisas sobre este vegetal, este trabalho teve como propósito testar procedimentos de extração de fenólicos e avaliar a ação antioxidante do extrato de broto de feijão-mungo com teor mais elevado destes constituintes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados brotos de feijão-mungo de cultivo desenvolvido em Gravatá, PE, que foram colhidos e imediatamente transportados ao Laboratório de Análises Físico-químicas e Sensorial de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foi desenvolvido o experimento.

Inicialmente, os brotos de feijão-mungo foram branqueados, desidratados em estufa com circulação de ar a 50°C ± 2°C, triturados e mantidos sob congelamento (-18°C) até o momento das análises. Para a obtenção dos extratos foram utilizados dois métodos de extração (I e II) e os seguintes solventes: água fervente, água à temperatura ambiente (28° C), metanol (MeOH 80%) e etanol (EtOH 80%).

Para a utilização do Método I, amostras (1g) do material desidratado, foram adicionadas em 50mL de cada solvente e mantidas sob agitação constante durante 1 hora. Em seguida, foram filtradas e os resíduos resubmetidos ao processo de extração acima explicitado, totalizando 2h de extração. Posteriormente, os filtrados foram combinados e o volume aferido para 100mL com o solvente correspondente.

No método II, amostras (1g) do material desidratado foram submetidas a 3 etapas de extração. Na primeira etapa, as amostras foram mantidas sob agitação constante durante 20 minutos em 40mL de cada solvente e, em seguida foram filtradas. Na segunda e terceira etapas, os resíduos foram homogeneizados em 30mL de cada solvente por mais 20 minutos. Os filtrados das três etapas de extração foram combinados e o volume aferido para 100mL, com cada solvente correspondente, totalizando um tempo de extração de 1 hora.

O teor de fenólicos totais dos extratos foi determinado por espectrofotometria, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia descrita por Tsimidou *et al.*¹² e curva padrão de catequina. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de catequina.100g⁻¹ da amostra desidratada.

A atividade antioxidante foi determinada pela oxidação acoplada do β-caroteno e ácido linoléico de acordo com a metodologia descrita por Marco¹³ e modificada por Hammerschmidt & Pratt¹⁴. A atividade antioxidante foi expressa como percentual de inibição da oxidação e calculada usando a seguinte expressão: % de inibição = (A-B / A) x 100

Sendo, A = absorbância inicial - absorbância final do controle

B = absorbância inicial - absorbância final da amostra

O controle foi preparado sem adição de antioxidante (sem amostra ou solução de Butilhidroxitolueno (BHT)). A ação antioxidante da amostra foi comparada a do BHT, que foi determinada nas mesmas condições acima descritas.

As determinações foram efetuadas em triplicata e os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para comparação da eficiência dos métodos de extração, os teores de fenólicos totais dos extratos obtidos, com o mesmo solvente, foram submetidos à análise estatística com teste “t” de *Student* ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Método I, o extrato obtido com água à temperatura ambiente apresentou teor desses fitoquímicos significativamente superior ao do extrato obtido com água fervente; entretanto foi semelhante aos teores extraídos com MeOH (80%) e EtOH (80%). Quanto ao Método II, observa-se que com os quatro sistemas de solventes utilizados, os teores de fenólicos totais extraídos foram semelhantes, não apresentando diferença significativa entre eles. Evidencia-se, portanto, que dentre os sistemas de solventes utilizados, independente do método de extração, a água à temperatura ambiente (28° C) foi mais eficaz para extração dos fenólicos do broto de feijão-mungo (Tabela 1).

Ao comparar a eficiência dos métodos de extração, utilizando o mesmo solvente, foi constatado que não houve diferença estatisticamente significativa no teor de fenólicos dos extratos. Entretanto, com o Método II pode-se reduzir o tempo de extração desses fitoquímicos.

Compostos fenólicos têm sido identificados em grão e broto de feijão-mungo. Sawa *et al.*⁶ detectaram a presença de flavonóides cujo teor aumenta 2,5 a 10 vezes durante o desenvolvimento do broto. Miean & Mohamed¹⁵ fazem referência a 26,8mg.100g⁻¹ de flavonóides totais em broto desse vegetal. Dentre os constituintes do aroma deste feijão, presentes em extrato aquoso, Lee & Shibamoto¹⁶ evidenciaram a presença do eugenol.

Os teores de fenólicos totais determinados neste estudo foram superiores aos encontrados em outros vegetais, a exemplo da cebola, cenoura, tomate e ervilha, cujos valores em equivalente de ácido gálico.100g⁻¹ de matéria seca, foram de 250mg, 60mg, 200mg e 160mg, respectivamente¹¹. Em extrato aquoso de cereais (aveia, trigo, centeio, cevada), estes constituintes encontravam-se na faixa de 147mg a 1130mg em equivalente de catequina.100g⁻¹ de matéria seca¹⁷.

O extrato aquoso do broto de feijão obtido através do Método I, com maior concentração de fenólicos, foi usado para a determinação da atividade antioxidante. No sistema modelo β-caroteno/ácido linoléico este extrato apresentou atividade antioxidante (48,07% de inibição da oxidação) inferior ao padrão BHT. Outros vegetais que apresentam compostos fenólicos em sua constituição também têm apresentado ação antioxidante em sistema modelo β-caroteno/ácido linoléico, a exemplo de pimenta de várias cultivares com 50,1% a 81,5%¹⁸, extrato aquoso de canela com 68%¹⁹, germe de trigo e ginseng com 64,9% e 69,1% de inibição da oxidação, respectivamente¹.

Sawa *et al.*⁶ fazem referência à capacidade do extrato aquoso do broto de feijão-mungo em seqüestrar radicais livres, que aumentou em função do teor de flavonóides, demonstrando existir uma correlação positiva entre estes dois fatores. Outros autores também evidenciaram que a ação antioxidante de vegetais está relacionada ao teor de compostos fenólicos^{1,11}.

Tabela 1. Fenólicos totais de broto de feijão-mungo extraídos por diferentes sistemas de solventes e dois métodos de extração.

Sistemas de solventes	Método I * (mg .100g ⁻¹)***	Método II** (mg .100g ⁻¹)***
Água à temperatura ambiente (28°C)	1.054,0 ^{a A}	1.167,0 ^{a A}
Água fervente	938,8 ^{b A}	934,0 ^{a A}
MeOH (80%)	962,1 ^{ab A}	1.014,5 ^{a A}
EtOH (80%)	989,5 ^{ab A}	1.016,1 ^{a A}

(*) Método I: extração efetuada em duas etapas, totalizando 2h de extração e os extratos combinados.

(**) Método II : extração efetuada em três etapas, totalizando 1 h de extração e os extratos combinados.

(***) mg em equivalente de catequina .100g⁻¹ de broto de feijão-mungo desidratado.

Médias com a mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Médias com a mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste "t" Student ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que o broto de feijão-mungo possui considerável quantidade de fenólicos totais, cuja extração foi mais eficiente com o uso de água à temperatura ambiente. O extrato aquoso desse vegetal, com maior teor de fenólicos totais, exibiu ação antioxidante. Sendo assim, o consumo do broto de feijão-mungo poderá proporcionar efeitos benéficos à saúde.

REFERÊNCIAS

1. Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agricultural Food Chem* 1998; 46(10):4113-7.
2. Gardner PT, White TAC, McPhail DB, Duthie GG. The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chem* 2000; 67:471-4.
3. McDonald S, Prenzler PD, Antolovich M, Robards K. Phenolics content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chem* 2001; 73:73-84.
4. Fordham JR, Wells CE, Chen LH. Sprouting of seed and nutrient composition of seeds and sprouts. *J Food Sci* 1975; 40:552-6.
5. Kylen AM, McCready RM. Nutrients in seeds and sprouts of alfalfa, lentils, mung beans and soybeans. *J Food Sci* 1975; 40:1008-9.
6. Sawa T, Nakao M, Akaike T, Ono K, Maeda H. Alkylperoxyl radical-scavenging activity of various flavonoids and other phenolic compounds: implications for the anti-tumor-promoter effect of vegetables. *J Agricultural Food Chem* 1999; 47(2):397-402.
7. Waterman PG, Mole S. Analysis of phenolic plant metabolites. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1994. 238p.
8. Keinänen M. Comparison of methods for the extraction of flavonoids from birch leaves (*Betula pendula* Roth.) carried out using high-performance liquid chromatography. *J Agricultural Food Chem* 1993; 41(11):1986-90.
9. Kalt W, McDonald JE, Donner H. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. *J Food Sc* 2000; 65(3):390-3.
10. Maillard MN, Soum MH, Boivin P, Berset C. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 1996; 29(3):238-44.
11. Kähkönen MP, Hopia AI, Vourela HJ, Rauha J-P; Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolics compounds. *J Agricultural Food Chem* 1999; 47(10):3954-62.
12. Tsimidou M, Papadopoulos G, Boskou D. Phenolic compounds and stability of virgin olive oil – Part I. *Food Chem* 1992; 45:141-4.
13. Marco GJ. A rapid method for evaluation of antioxidants. *J Am Oil Chemists' Society* 1968; 45(9):594-8.
14. Hammerschmidt PA, Pratt DE. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J Food Sci* 1978; 43:556-9.
15. Miesan KH, Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J Agricultural Food Chem* 2001; 49(6):3106-12.
16. Lee K-G, Shibamoto T. Antioxidant properties of aroma compounds isolated from soybeans and mung beans. *J Agricultural Food Chem* 2000; 48(9):4290-3.
17. Zielinski H, Kozłowska H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J Agricultural Food Chem* 2000; 48(48):2008-16.
18. Lee Y, Howard LR, Villalón B. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annum*) cultivars. *J Food Sci* 1995; 60(3):473-6.
19. Mancini-Filho J, Van-Koij A, Mancini DAP, Cozzolino FF, Torres RP. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*, Breyne) extracts. *Boll Chim Farma* 1998; 137(11):443-7.

Recebido para publicação em 10 de julho de 2002 e aceito em 5 de maio de 2003.

Recuperação da desnutrição em ratos mediante rações adicionadas ou não de suplemento alimentar e de vitaminas e minerais durante o período de crescimento¹

Recovery from malnutrition in rats with or without the addition of dietary food supplements, vitamins and minerals during the growth period

Maria Angélica GUZMÁN-SILVA²

Aline Rabello WANDERLEY³

Viviane Miguel MACÊDO³

Gilson Teles BOAVENTURA⁴

RESUMO

Objetivos

O propósito deste estudo foi analisar experimentalmente a eficiência da suplementação alimentar da dieta do Município de Quissamã, RJ, em recuperar a desnutrição durante o período de crescimento.

Métodos

Foram utilizados 42 *Rattus norvegicus*, desmamados ao 26º dia e induzidos à desnutrição por 21 dias (ração hipoprotéica 2%, *ad libitum*). Os animais foram distribuídos em sete grupos, alimentados com suas respectivas dietas, todas isoprotéicas (10%) e isoenergéticas (350Kcal/100g). Foi registrado o peso dos animais e, após o sacrifício, foram coletados e pesados fígado, rins, baço e intestino.

Resultados

O ganho ponderal médio no 28º dia do controle suplemento alimentar (75,33g) foi significativamente inferior aos demais grupos, e o do controle suplemento alimentar e vitaminas+minerais foi o mais elevado (213,17).

¹ Apoio: PIBIC/CNPq e FAPERJ (Processo nº E-26/170.613/2000 – APQ1).

² Departamento de Patologia, Universidade Federal Fluminense. Rua Marquês de Paraná, 303, 24030-210, Centro, Niterói, RJ. Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.A. GUZMÁN-SILVA. E-mail: mptmags@vm.uff.br

³ Bolsistas, Laboratório de Nutrição Experimental, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal Fluminense, Brasil.

⁴ Departamento de Nutrição e Dietética, Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Quase todos os grupos diferenciaram-se estatisticamente no peso médio de fígado, rins e baço; os órgãos do controle suplemento alimentar apresentaram o menor peso (respectivamente 3,34g; 0,97g; 0,24g) sendo significativamente inferior aos demais grupos. O controle suplemento alimentar e vitaminas+minerais apresentou o maior peso médio do fígado (13,85g). O Controle vitaminas+minerais apresentou o maior peso médio dos rins (1,88g) e do baço (0,87g). O número de placas de Peyer/animal variou de nove a treze, sem diferenças entre os grupos; o tamanho das placas de Peyer do controle suplemento alimentar (2,6mm) foi significativamente inferior aos demais grupos. O Quissamã suplemento alimentar apresentou as maiores placas de Peyer (4,4mm). O controle suplemento alimentar apresentou sempre valores inferiores para todos os parâmetros estudados comparativamente, já que não foram adicionados à sua ração vitaminas e minerais.

Conclusão

A dieta de Quissamã, RJ experimentalmente alcança as necessidades mínimas para promover a recuperação da desnutrição, sendo desnecessária a adição de vitaminas e minerais e/ou suplemento alimentar.

Termos de indexação: desnutrição protéico-energética, suplemento alimentar, peso corporal, ratos, vitaminas na dieta.

A B S T R A C T

Objective

The objective of this study was to analyze dietary food supplementation efficiency in the municipal district of Quissamã, RJ, for recovery from malnutrition during the growth period.

Methods

We used 42 Rattus norvegicus, weaned on the 26th day and induced to malnutrition for 21 days (low protein diet 2%, ad libitum). The animals were divided into 7 groups and fed their respective diets, all of them isoproteic (10%) and isocaloric (350Kcal/100g). Their body weight was registered and liver, kidneys, spleen and intestines were collected and weighed after the animals were sacrificed.

Results

On the 28th day, the mean weight gain (75.33g) in the supplementary food control group was significantly inferior to the other groups, and the mean weight gain of the supplementary food and vitamins + minerals control group was the highest (213.17g). Almost all the groups showed statistical differences for the mean weight of the liver, kidneys and spleen; in the supplementary food control group these organs presented the lowest weight (respectively 3.34g; 0.97g; 0.24g), being significantly inferior to the other groups. The supplementary food and vitamins + minerals control group presented the highest mean liver weight (13.85g), as well as the highest kidneys (1.88g) and spleen mean weight (0.87g). The number of Peyer patches/animal varied from 9 to 13, without differences among the groups; the size of the Peyer patches (2.6mm) for the supplementary food control group was significantly smaller than in the other groups. The Quissamã food supplement presented the largest Peyer patches (4.4mm). The food supplement control group presented lower values for all of the studied comparative parameters, since no dietary vitamins and minerals were added.

Conclusion

The Quissamã, RJ diet reaches the minimal needs to promote recovery from malnutrition, rendering unnecessary the addition of vitamins and mineral and/or food supplementation.

Index terms: protein-energy malnutrition, food supplement, body weight, rats, dietary vitamins.

INTRODUÇÃO

A desnutrição protéico-energética é, de longa data, considerada um problema social, sendo inclusive apontada como um marcador de pobreza¹, medida também através de habitações precárias, baixos salários, analfabetismo, desemprego ou empregos mal remunerados².

A desnutrição também está relacionada a doenças infecto-parasitárias³, sendo seu processo de recuperação multifatorial, exigindo uma grande mobilização de recursos e de pessoal. Para isso, foram criados vários programas de combate à desnutrição, entre eles podemos destacar a “Alimentação Alternativa” (Multimistura ou Suplemento Alimentar) da Pastoral da Criança⁴.

A Pastoral da Criança vem introduzindo o programa de Multimistura (MM) em todo o Brasil, inclusive no município de Quissamã, localizado na Região Leste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Este programa foi iniciado em 1994 e, desde então, o Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE) da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal Fluminense vem estudando os efeitos da utilização da MM na recuperação da desnutrição experimental⁵. A MM é atualmente denominada Suplemento Alimentar (SA) devido a mudanças na sua composição, que era originariamente de farelos, folhas e sementes e, atualmente, inclui alguns produtos industrializados.

Na desnutrição protéico-energética, o organismo responde às restrições de forma singular, manifestando fraqueza, caquexia, retardo do crescimento, não conseguindo adaptar-se à deficiência protéica que é acompanhada por edema, perda da massa muscular, fígado graxo (esteatose), dermatose, diminuição da resposta imune e debilidade geral⁶. As alterações anatômicas na deficiência protéico-energética podem ser generalizadas, como hipoplasia e atrofia dos tecidos⁷ e, conseqüentemente, diminuição do tamanho corporal e dos órgãos^{8,9}. Portanto, a análise do peso de diversos órgãos nos permite verificar o comprometimento de sua

massa e estrutura, em detrimento da desnutrição e deficiência mineral e vitamínica.

Se o SA alcançar seu objetivo de suplementar vitaminas e minerais, pode facilitar a recuperação da desnutrição. Temos como objetivo estudar a influência da adição do SA em grupos de ratos previamente desnutridos, alimentados com dietas que provêm aporte protéico capaz de recuperar a desnutrição, adicionadas ou não de vitaminas e minerais. Nesses animais, previamente desnutridos e recuperados durante o período de crescimento, analisamos a variação de peso corporal e os seguintes órgãos, fígado, rins, baço e intestino. A análise do peso dos órgãos sólidos e do número e tamanho das placas de Peyer nos permite verificar o grau de recuperação de sua massa e estrutura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 42 *Rattus norvegicus*, raça Wistar, variedade *Albinos*, machos, desmamados no 26º dia de vida, provenientes do LABNE do Departamento de Nutrição e Dietética da Universidade Federal Fluminense. Após o período de desmame os animais foram submetidos à desnutrição através de ração hipoprotéica com 2% de caseína durante 21 dias. Os animais foram mantidos no Biotério, confinados em gaiolas individuais de polipropileno, em ambiente com temperatura constante ($24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e iluminação adequada (ciclo claro e escuro de 12 em 12 horas).

Os animais foram sorteados aleatoriamente e divididos em sete grupos experimentais, com seis ratos cada, recebendo as rações durante 28 dias (Tabela 1).

Foram registrados os pesos dos animais dos dias zero, sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito. A média foi utilizada como medida de tendência central de cada grupo, em cada período de registro. A curva de variação do peso teve início no momento zero, ou seja, no primeiro dia da recuperação da desnutrição previamente induzida.

Depois de sacrificados por deslocamento cervical, os animais foram laparatomizados e foram coletados fígados, rins, baços e intestinos, sendo lavados rapidamente em solução salina (soro fisiológico). Assim, todos os órgãos sólidos foram pesados; a média foi utilizada como medida de tendência central do grupo e o desvio-padrão como medida de dispersão. As placas de Peyer foram contadas e de cada grupo foram mensuradas 50 placas, sendo a média utilizada como medida de tendência central do grupo.

A dieta de Quissamã foi elaborada com base no inquérito recodatório realizado pela equipe de profissionais da Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura de Quissamã, RJ, com os pais de 27 crianças inscritas e participantes do projeto do Perfil Alimentar das crianças do Subprograma da Multimistura, conforme descrito por Boaventura *et al.*⁵. A partir deste inquérito foram determinados os alimentos habitualmente consumidos pelas crianças e que foi denominada Dieta de Quissamã. Esses alimentos, após a

Tabela 1. Grupos experimentais e composição das rações.

Grupo	Dieta protéica (10%)		Suplemento Alimentar	Vitaminas e Minerais (AIN-93G)
	Caseína	Quissamã		
Controle + vm (Cvm)	Sim	Não	Não	Sim
Controle + SA (CSA)	Sim	Não	Sim	Não
Controle + SA + vm (CSAvm)	Sim	Não	Sim	Sim
Quissamã (Q)	Não	Sim	Não	Não
Quissamã + vm (Qvm)	Não	Sim	Não	Sim
Quissamã + SA (QSA)	Não	Sim	Sim	Não
Quissamã + SA + vm (QSAvm)	Não	Sim	Sim	Sim

Tabela 2. Composição em 100g das rações utilizadas durante o ensaio.

Ração	Controle	Controle	Controle	Quissamã	Quissamã	Quissamã	Quissamã
Componentes (g)	+ vm	+ SA	+ SA + vm		+ vm	+ SA	+ SA + vm
Caseína ¹	13,49	13,49	13,49	-	-	-	-
Dieta de Quissamã ²	-	-	-	76,68	76,68	76,68	76,68
Amido ³	60,16	62,86	58,36	17,07	12,52	15,27	10,67
Mistura de Minerais ⁴	3,50	-	3,50	-	3,50	-	3,50
Mistura de Vitaminas ⁵	1,00	-	1,00	-	1,00	-	1,00
Óleo ⁶	6,30	6,00	6,00	0,70	0,75	0,40	0,50
Celulose ⁷	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Colina ⁸	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-cistina ⁸	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Suplemento Alimentar ⁹	-	2,10	2,10	-	-	2,10	2,10
Açúcar ¹⁰	10,00	10,00	10,00	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1 = Kauffmann Co; 2 = Elaborada segundo o Inquérito da Secretaria Municipal de Saúde do Município de Quissamã, RJ*; 3 = Maisena ®; 4 = Preparada segundo AIN-93 (elaborada no LABNE/UFF); 5 = Preparada segundo a AIN-93 (cedida pela Roche); 6 = Liza ®; 7 = Microcel ®, Blanver Ltda.; 8 = Vetec; 9 = Alimentos alternativos preparados e consumidos no Município de Quissamã*; 10 = Dolce.

(*) Constituintes da Dieta de Quissamã em 100g: Ovo 5,90; Carne moída 4,72; Carne de porco 1,18; Pescada 1,65; Carne de frango 5,90; Arroz 25,94; Neston 2,36; Couve 8,25; Batata 4,13; Mandioca 1,77; Feijão 12,03; Açúcar 4,13; Manteiga 0,24; Leite 4,72; Banana 7,08; Laranja 8,25; Nescäu 1,53; Óleo 0,24; Total 100g. Fonte: Boaventura *et al.*⁵.

(**) Composição do Suplemento Alimentar em 100g: Aveia 16,66; Farinha de trigo 16,66; Fubá 20,00; Gergelim 6,66; Gérmen de trigo 6,66; Leite em pó 13,33; Extrato de soja 11,66; Semente de abóbora 3,33; Semente de girassol 3,33; Casca de ovo 1,66; Total 100g; Fonte: Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura de Quissamã, RJ⁵.

cocção, foram desidratados a 60°C, em estufa ventilada (Fabre – Primer), por 24 horas. A seguir, os alimentos dessecados foram triturados e homogeneizados em batedeira industrial (Hobarte®).

As amostras do SA foram coletadas junto à Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura de Quissamã, RJ (Tabela 2). Nota-se a presença de componentes convencionais em sua composição tornando inviável a denominação de Multimistura.

As rações utilizadas foram confeccionadas no LABNE, sendo preparadas com 10% de proteína, adicionadas das misturas de minerais e de vitaminas segundo as normas do *Committee on Laboratory Animal Diets* de 1979¹⁰, modificadas segundo as recomendações da AIN-93¹¹ e adicionadas de 2,1% do SA. Os percentuais relativos às quantidades de vitaminas e minerais, e de SA, no preparo de 100g de cada ração, bem como os valores de macronutrientes presentes nas dietas são referidos na Tabela 2.

Os testes estatísticos foram aplicados mediante o programa SPSS 9.0. Com a finalidade de comparar os resultados obtidos para cada aspecto analisado em todos os grupos foi aplicado o teste não paramétrico de análise de variância de Kruskal-Wallis H. A seguir, havendo encontrado diferença estatística ao comparar todos os grupos, foi aplicado o teste não paramétrico de *Mann Whitney U* para cada aspecto analisado. Foram considerados como significativos os valores com $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

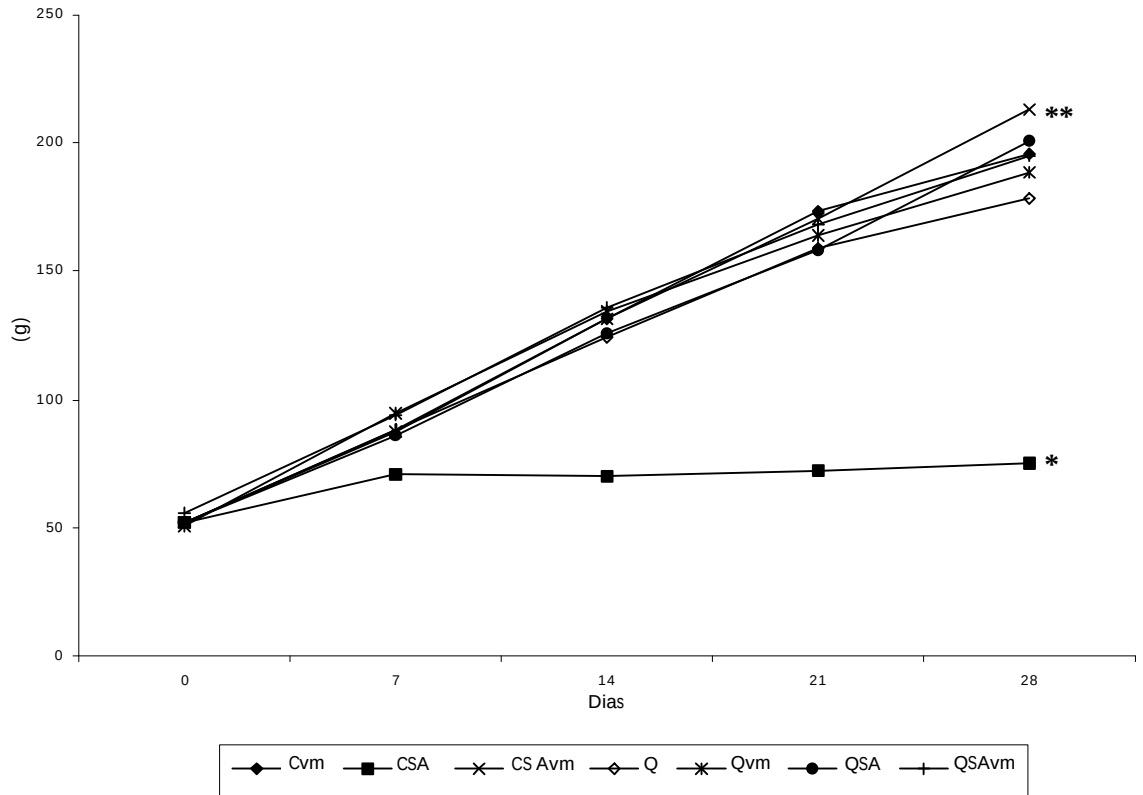
O início da recuperação dos ratos, com suas respectivas rações, deu-se no dia zero e seu término no 28º dia, sendo que os valores de peso no momento zero foram homogêneos, variando de 51,67g a 55,5g. Ao final do experimento observou-se que os animais dos grupos Cvm e QSAvm apresentaram valores aproximados de peso corporal e os dos demais grupos, valores distintos entre si (Figura 1). A curva ponderal do grupo CSA alcançou valores bem inferiores aos demais, apresentando valores que não se alteraram ao longo dos 28 dias e o peso desses animais foi significativamente inferior ao de todos os outros grupos ($p < 0,01$). Ainda, houve diferença estatística entre o peso dos animais do grupo CSAvm e os grupos Q, Qvm, CSA e Cvm ($p < 0,05$).

O peso dos fígados do CSA foi significativamente inferior ao de todos os outros grupos ($p < 0,01$). Por outro lado, o peso dos fígados do CSAvm foi significativamente superior ao de todos os outros grupos ($p < 0,01$), exceto em relação ao Cvm. Por sua vez, o peso do fígado do Cvm foi significativamente superior ao de Q, Qvm e QSA ($p < 0,05$). Finalmente, o peso dos fígados do grupo QSAvm foi significativamente superior ao de Q e Qvm ($p < 0,05$), e o peso dos fígados do QSA foi significativamente superior ao do Qvm ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Peso médio (g) e desvio-padrão de órgãos de ratos desnutridos submetidos à recuperação com diversas dietas.

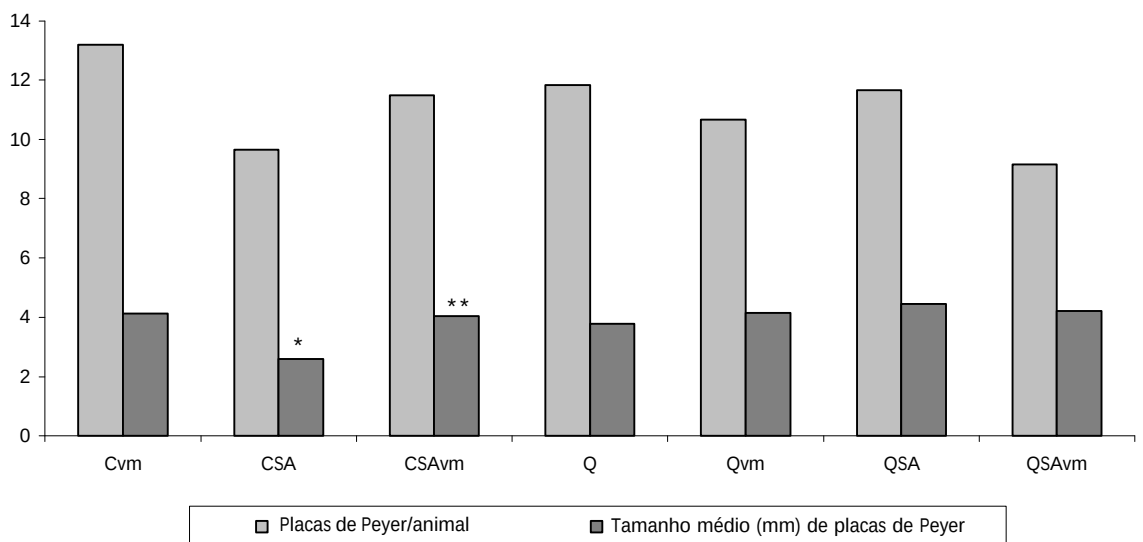
Grupo	Fígado	Rins	Baço
Cvm (n=5)	12,08 ± 1,72 ³	1,88 ± 0,08 ⁶	0,87 ± 0,45
CSA (n=6)	3,34 ± 0,45 ¹	0,97 ± 0,06 ¹	0,24 ± 0,05 ¹
CSAvm (n=6)	13,85 ± 1,42 ²	1,80 ± 0,16 ⁷	0,58 ± 0,12
Q(n=6)	8,52 ± 1,03	1,67 ± 0,13 ⁷	0,47 ± 0,09
Qvm (n=6)	8,36 ± 0,98	1,52 ± 0,07	0,56 ± 0,09
QSA (n=6)	10,08 ± 1,16 ⁵	1,72 ± 0,11 ⁷	0,70 ± 0,07 ⁹
QSAvm (n=6)	10,27 ± 1,20 ⁴	1,64 ± 0,13	0,64 ± 0,09 ⁸

Teste de Mann-Whitney; 1 = $p < 0,01$ vs. todos os grupos; 2 = $p < 0,01$ vs. todos os grupos, exceto Cvm; 3 = $p < 0,05$ vs. Q, Qvm e QSA; 4 = $p < 0,05$ vs. Q e Qvm; 5 = $p < 0,05$ vs. Qvm; 6 = $p < 0,05$ vs. todos os grupos, exceto CSAvm; 7 = $p < 0,05$ vs. Qvm; 8 = $p < 0,05$ vs. Q; 9 = $p < 0,05$ vs. CSAvm, Q e Qvm.



Nota: * $p < 0,01$ vs. todos os grupos; ** $p < 0,05$ vs. Q, Qvm, QSA e Cvm; teste de Mann-Whitney.

Figura 1. Variação de peso de ratos desnutridos submetidos à recuperação mediante diversas dietas.



Nota: * $p < 0,01$ vs. todos os grupos; ** $p < 0,05$ vs. QSA; teste de Mann-Whitney

Figura 2. Placas de Peyer de ratos desnutridos e recuperados mediante diversas dietas.

O peso dos rins do grupo CSA foi significativamente inferior ao de todos os outros grupos ($p<0,01$). Já o peso dos rins do Cvm foi significativamente superior ao de todos os outros grupos ($p<0,05$), exceto ao do CSAvm. Por sua vez, o peso dos rins de CSAvm, QSA e Q foi significativamente superior ao do Qvm ($p<0,05$). Em relação ao peso dos baços do CSA este foi significativamente inferior ao de todos os outros grupos ($p<0,01$). Por outro lado, o peso dos baços de Cvm e QSAvm foi significativamente superior ao do Q ($p<0,05$). Por último, o peso dos baços do QSA foi significativamente superior ao de CSAvm, Qvm e Q ($p<0,05$) (Tabela 3).

Observou-se que a média de placas de Peyer/animal variou de 9 no QSAvm a 13 no Cvm (Figura 2). Os outros grupos apresentaram valores intermediários, sem haver grandes diferenças entre todos os grupos. Já o tamanho das placas de Peyer do CSA (2,6mm) foi significativamente inferior ao de todos os outros grupos ($p<0,01$), e as placas de Peyer do QSA (4,4mm) foram significativamente superiores às do Q (3,8mm) ($p<0,05$). Os outros grupos não apresentaram diferenças marcantes entre si, variando o tamanho das placas de Peyer entre 4,1mm e 4,2mm.

DISCUSSÃO

O período entre a gestação e os cinco anos de idade é, do ponto de vista nutricional, segundo Lajolo & Tirapegui⁶, o mais vulnerável segmento do ciclo de vida do homem. Daí a importância do estudo da desnutrição na fase de crescimento. Boza *et al.*¹² citam que a desnutrição pela restrição dietética e fome severa produz uma série de mudanças metabólicas, que levam à redução do peso corporal, depressão da imunocompetência e função alterada do sistema digestivo, particularmente do fígado e do intestino delgado. Entretanto, animais desnutridos durante o período pré e pós-natal ao serem alimentados com dieta adequada nutricionalmente, rapidamente melhoram seu peso, no entanto, o peso alcançado

após o período de recuperação de 30 dias⁹ e 120 dias¹³ é inferior ao dos animais controle.

Para dados de peso corporal, Guerra & Peters¹⁴ mostram a evolução do peso a cada 10 dias a partir do 30º dia. No 50º dia, os ratos machos apresentaram, em média, 113,79g e no 80º dia, o peso médio era de 194,47g. Foi considerado os pesos relatados por Guerra & Peters¹⁴, do 30º ao 80º, como parâmetro de normalidade, para animais não submetidos à desnutrição. Da mesma forma Hossne *et al.*¹⁵ relatam peso corporal médio de 206g, variando entre 180g e 240g para ratos machos normais com 70 dias de idade.

Embora os animais desse experimento tenham sido submetidos à desnutrição, no 75º dia alcançaram pesos semelhantes aos apresentados por Guerra & Peters¹⁴ e por Hossne *et al.*¹⁵. Esses pesos variaram de 178,17g a 213,17g, com exceção do CSA que apresentou valor bem inferior de peso médio, sendo de 70,67g. Para valores de variação de peso, Veloso¹⁶ encontrou 121,16g para o seu grupo Controle e Multimistura (adicionado de vitaminas e minerais, segundo AIN-93). Assim pode-se comparar esse grupo com o CSAvm, onde foi encontrado valor próximo, sendo este de 161,5g para variação de peso em 28 dias.

Constatou-se então que o maior ganho ponderal dos animais do CSAvm não foi estatisticamente diferente de QSAvm e do QSA. Pode-se, então, especular que a dieta de Quissamã contém algumas vitaminas e minerais em quantidades suficientes, daí os resultados similares em QSAvm e QSA. Além disso, a dieta de Quissamã, sem qualquer suplementação, parece ser suficiente para a recuperação do peso corporal, mas não da mesma forma que nesses grupos, considerando que o SA desempenha algum papel no ganho ponderal quando associado, em particular, à dieta de Quissamã.

Nesta pesquisa, no protocolo experimental, o grupo Cvm representa o controle de todo o experimento, pois uma dieta composta apenas por caseína, sem a adição de vitaminas e minerais levaria a morte dos animais. Quando é feita a

suplementação da caseína exclusivamente com Suplemento Alimentar tem-se o menor ganho de peso dos animais (Figura 1). Já a dieta de Quissamã, sem qualquer suplemento, contém vitaminas e minerais pelos próprios componentes dos alimentos (Tabela 2).

Sabe-se que, para a manutenção da homeostase do fígado, o organismo prioriza a perda da massa hepática com quadros de hipoplasia e atrofia, em vez de alterar sua função. Como cita Parra *et al.*¹⁷, a desnutrição associa-se à perda de massa hepática para garantir a disponibilidade de energia a órgãos importantes, como coração e cérebro. Para Boza *et al.*¹² a restrição alimentar pode produzir uma redução de 30% no peso do fígado e que essa redução hepática é proporcionalmente maior quando comparada à perda de massa corporal que apresentou um decréscimo de 14,5% do seu peso total. Segundo Hossne *et al.*¹⁵, aos 30 dias de idade, em condições normais de alimentação, o fígado de ratos machos evidencia peso médio de 2,80g, os rins apresentam peso médio de 0,71g e o baço pesa em média 0,33g. Nessa fase animais dessa pesquisa já estavam inseridos no processo de desnutrição prévia daí a importância do período de recuperação, a fim de proporcionar substrato ao organismo para o crescimento do organismo como um todo.

Foi observado ainda que, depois da recuperação efetuada durante o período de crescimento, todos os animais alcançaram valores satisfatórios para a recuperação do peso do fígado e dos rins, exceto o grupo CSA (3,34g e 0,97g, respectivamente). Os ratos de CSAvm (13,85g e 1,80g, respectivamente) e de Cvm (12,08g e 1,88g, respectivamente) destacaram-se por apresentarem os maiores valores, sem diferença estatística entre si, o que nos mostra que a adição do SA não incrementou o ganho de peso desses órgãos nos grupos controle. Os valores de referência utilizados são os descritos por Hossne *et al.*¹⁵, em ratos machos normais aos 70 dias de idade, sendo em média 8,57g para o fígado e 1,64g para os rins. Assim, a desnutrição protéica pode ser revertida rapidamente através do

aumento da ingestão protéica, ocorrendo aumento do peso corporal e do desenvolvimento do fígado¹⁸.

Já segundo Zeman¹⁹, a privação de proteína pré-natal tem efeitos em longo prazo, ou até permanentes, sobre a morfologia do rim no rato jovem e afeta a função renal de forma persistente, pelo menos até o fim do desmame. Considerando que o rim do rato é relativamente imaturo quando do nascimento, é provável que o aumento da alimentação pós-natal tenha um efeito mais benéfico e rápido nestes tecidos em desenvolvimento.

Analisando os grupos baseados na dieta de Quissamã, a adição de SA parece ter proporcionado algum efeito no desenvolvimento hepático, já que o QSAvm (10,27g) foi significativamente superior ao Q (8,52g) e Qvm (8,36g), e por sua vez o QSA (10,08g) foi significativamente superior ao Qvm. Em relação ao desenvolvimento dos rins, o papel do SA não é tão evidente, pois QSAvm (1,64g), QSA (1,72g) e Q (1,67g) foram grupos com resultados similares entre si, porém só o grupo QSA e o Q foram significativamente superiores ao grupo Qvm (1,52g).

A desnutrição induzida, com dieta pobre em proteína (2%), por um período de seis a oito semanas tem como resultado a depleção linfo-histiocitária, que é representada morfológicamente por depleção linfóide esplênica, atrofia das placas de Peyer e diminuição das células de Küpffer no fígado⁸. Esses achados são atribuídos à carência protéica, porquanto os animais controle desse experimento, mesmo com restrição energética, não apresentaram as alterações do tecido linfóide⁸. O estudo de Koster & Pierce²⁰ indica que a privação de proteína em ratos, durante dois meses, prejudica o desenvolvimento de linfócitos esplênicos supressores, entretanto, esse efeito é reversível após a realimentação, recuperando-se a resposta imune supressora do baço.

Com relação ao peso do baço, novamente o uso do SA associado à dieta de Quissamã parece ter contribuído para melhor recuperação desse

órgão, pois QSA (0,70g) foi estatisticamente superior a Q (0,47g) e Qvm (0,56g). O resultado de QSA, por ter sido também estatisticamente superior a CSA (0,24g) e CSAvm (0,58g), nos indica que a dieta de Quissamã comparada com a dieta de caseína, quando associada ao SA, determina melhor desenvolvimento esplênico. Este fato talvez possa ser explicado pelo fato da dieta de Quissamã ter maior diversidade na sua composição protéica.

Entretanto, a participação de vitaminas e minerais no desenvolvimento esplênico não pode ser esquecida, pois com base nos resultados apresentados verificou-se que Cvm (0,87g) e QSAvm (0,64g) foram estatisticamente superiores a CSA e Q e, por outro lado, foram similares a todos os grupos que incluíam vitaminas e minerais na ração ingerida. Novamente foi utilizado como valor padrão o peso médio do baço de 0,56g, descrito por Hossne *et al.* (1986/1987)¹⁵ aos 70 dias em ratos machos normais.

Na literatura, poucos estudos³ examinaram os efeitos da desnutrição na resposta imune no anfitrião parasita-infectado, e muito menos consideraram os eventos que acontecem em nível intestinal onde a absorção de nutrientes acontece, os parasitas intestinais residem, e o tecido linfóide associado ao intestino representam um papel importante dirigindo ambas as respostas imunes, local e sistêmica. Aproximadamente 18 placas de Peyer podem ser identificadas ao longo do jejuno distal e íleo do intestino delgado de ratos adultos²¹. Nesse experimento, novamente o Cvm teve o melhor índice de recuperação, no que se refere ao número de placas de Peyer/animal, 13, aproximando-se do número referido para ratos adultos.

O estudo de Flo *et al.*²² indica que a desnutrição, em ratos, durante o aleitamento provoca alterações em linfócitos B e T, e produz um déficit na indução das respostas imunes primárias e secundárias no *Gut Associated Lymphoid Tissue* que se inverte depois de três semanas de realimentação. Da mesma forma, a deficiência severa de proteína ao desmame,

conduz à presença nas placas de Peyer de células B muito imaturas. Nestes ratos severamente privados de proteína a realimentação protéica durante nove e vinte e um dias, reinicia o processo de diferenciação linfóide²³, o qual se estende pelo menos até o 60º dia²⁴.

Considerando o tamanho das placas de Peyer, todos os grupos, exceto o CSA, recuperaram o desenvolvimento deste tecido linfóide de forma equivalente. No grupo QSA as placas de Peyer foram significativamente mais desenvolvidas que as do Q, o que novamente sugere alguma participação do SA na recuperação do tecido linfóide, particularmente quando associado à dieta de Quissamã.

CONCLUSÃO

A recuperação da desnutrição foi satisfatória para todos os grupos experimentais, salvo para o CSA, pois a adição do SA à dieta que tinha como fonte protéica a caseína, proteína de alto valor biológico, sem a adição de vitaminas e minerais (AIN-93) não teve nenhum efeito benéfico. Contudo, quando a adição do SA foi efetuada nos grupos que tinham como base protéica a dieta de Quissamã, os resultados foram favoráveis.

A dieta de Quissamã, RJ, por si só alcança as necessidades mínimas para promover a recuperação da desnutrição, em termos do peso corporal e dos órgãos selecionados, sendo desnecessária a adição de vitaminas e minerais e/ou SA. Depreende-se assim que a problemática do município de Quissamã, RJ é o acesso aos alimentos em termos quantitativos e não qualitativos.

REFERÊNCIAS

1. Issler RMS, Giugliani ERJ, Kreutz GT, Meneses CF, Justo EB, Kreutz VM, *et al.* Poverty levels and children's health status: study of risk factors in an

- urban population of low socioeconomic level. *Rev Saúde Pública* 1996; 30(6):506-11.
2. Azeredo VB, Carmo MGT, Boaventura GT, Dias MM, Lobo FP. Multimistura: uma alternativa alimentar. Rio de Janeiro: Independente; 1999. 79p.
 3. Scott ME, Koski KG. Zinc deficiency impairs immune responses against parasitic nematode infections at intestinal and systemic sites. *J Nutr* 2000; 130(5 Suppl):1412S-20S.
 4. Pastoral da Criança (Brasil) [online] 2001 [citado 11 ago 2001]; Disponível em: <http://www.rebidia.org.br/pastoral/rede11.html>
 5. Boaventura GT, Chiappini CCJ, Fernandes NRA, Oliveira EM. Avaliação da qualidade protéica de uma dieta estabelecida em Quissamã, Rio de Janeiro, adicionada ou não de multimistura e de pó de folha de mandioca. *Rev Nutr* 2000; 13(3):201-9.
 6. Lajolo FM, Tirapegui J. Proteínas e aminoácidos. *In: Dutra de Oliveira JE, Marchini SJ. Ciências Nutricionais. São Paulo: Sarvier; 1998. p.61-4.*
 7. Robbins SL, Cotran RS, Kumar V. Distúrbios nutricionais. *In: Robbins SL, Cotran RS, Kumar V. Patologia estrutural e funcional. Rio de Janeiro: Interamericana; 1986. p.390.*
 8. Madi K, Campos SD. Desnutrição experimental: resultados anátomo-patológicos e bioquímicos da administração de dietas hipoprotéicas a ratos albinos jovens. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 1975; 73(3):153-81.
 9. Nunes ML, Batista BB, Micheli F, Batistella V. Effects of early malnutrition and nutritional rehabilitation in rats. *J Ped (Rio de Janeiro)* 2002; 78(1):39-44.
 10. Committee on Laboratory Animal Diets / Assembly of Life Sciences. National Research Council. Control of diet in laboratory animal experimentation. *Nutr Abst Rev* 1979; 40:413-9.
 11. Reeves PG, Nielsen FH Jr., Fahey GC. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition *ad hoc* writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 1993; 123:1939-51.
 12. Boza JJ, Moënnos D, Vuichoud J, Jarret AR, Gaudard-de-Weck D, Fritsché R, *et al.* Food deprivation and refeeding influence growth, nutrient retention and functional recovery of rats. *J Nutr* 1999; 129:1340-6.
 13. Campos DG, Madi K. Studies on pre- and post-natal malnutrition in albino rats. Partial ponderal and biochemic recuperation. *Rev Bras Pesq Med Biol* 1975; 8(3-4):301-6.
 14. Guerra MA, Peters VM. Morfometria de ratos Wistar: peso e medidas corporais. *Rev Ciênc Bioméd* 1995; 15:65-74.
 15. Hossne WS, Spadella CT, Bacchi CE. Estudo biométrico de comprimento, peso corpóreo e peso de órgãos em animais de experimentação biomédica. *Rev Ciênc Bioméd* 1986/87; 7/8:1-19.
 16. Veloso RV. Recuperação do estado nutricional de ratos desnutridos: avaliação do emprego de uma multimistura de alimentos não convencionais [dissertação]. Cuiabá: Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal de Mato Grosso; 1998.
 17. Parra MO, Hernandez-Blasquez FJ, Souza e Silva RAP, Silva JRMC, Peduto L, Soares MM, *et al.* Reduction of liver mass due to malnutrition in rats. Correlation with emaciation of animals and size of organs not inserted in the portal system. *São Paulo Med* 1995; 113(3):903-9.
 18. Qu Z, Ling PR, Tahan SR, Sierra P, Onderdonk AB, Bistrain BR. Protein and lipid refeeding changes protein metabolism and colonic but not small intestinal morphology in protein-depleted rats. *J Nutr* 1996; 126(4):906-12.
 19. Zeman FJ. The effect of prenatal protein-calorie malnutrition on kidney development in the rat. *Progr Clin Biol Res* 1983; 140:309-38.
 20. Koster F, Pierce NF. Effect of protein deprivation on immunoregulatory cells in the rat mucosal immune response. *Clin Exp Immunol* 1985; 60(1):217-24.
 21. Bivin WS, Crawford MP, Brewer NR. Morphophysiology. *In: Baker HJ, Lindsey JR, Weisbroth SH, editors. The laboratory rat. Biology and diseases. New York: Academic Press; 1979. v.1, p.79.*

22. Flo J, Elias F, Benedetti R, Massouh E. Reversible effects on B and T cells of the gut-associated lymphoid tissues in rats malnourished during suckling: impaired induction of the immune response to intra-Peyer patches immunization with cholera toxin. *Clin Immunol Immunopathol* 1996; 80(2):147-54.
23. Roux ME, Lopez MC, Melton E, Slobodianik NH, Gonzalez Ariki S, Garcia P. The lymphoid system and protein deficiency. Differentiation in the thymus and Peyer's patches. *Med (Buenos Aires)* 1989; 49(2):162-5.
24. Lopez MC, Roux ME. Impaired differentiation of Ig A-B cell precursors in the Peyer's patches of protein depleted rats. *Develop Comparative Immunol* 1989; 13(3):253-62.

Recebido para publicação em 17 de outubro de 2002 e
aceito em 28 de abril de 2003.

Fortificación de alimentos con hierro y zinc: pros y contras desde un punto de vista alimenticio y nutricional

Food fortification with iron and zinc: pros and cons from a dietary and nutritional viewpoint

José BOCCIO¹

Josefina Bressan MONTEIRO²

RESUMEN

La deficiencia nutricional de ciertos minerales como el hierro y zinc afectan a la población a escala mundial con graves efectos sobre la salud dependiendo fundamentalmente del grado de incidencia y de la magnitud de la deficiencia. La fortificación de alimentos ha resultado ser la estrategia más efectiva para corregir esta situación con inconvenientes que radican no solamente en la elección del alimento a utilizar como transporte para dichos nutrientes sino también en la correcta elección del compuesto a utilizar como fortificante ya que en general aquellos compuestos que poseen una adecuada biodisponibilidad presentan cambios en las características sensoriales de los alimentos fortificados poco aceptables para su consumo. Los compuestos inertes, que poseen propiedades óptimas desde el punto de vista tecnológico poseen una baja absorción que los convierte en compuestos nutricionalmente poco útiles. En este trabajo se discute con mayor detalle estos aspectos con el fin de llegar a un entendimiento más profundo de la problemática antes mencionada.

Palabras Claves: hierro, zinc, fortificación, alimento.

ABSTRACT

The nutritional deficiency of essential minerals, such as iron and zinc, affects the population worldwide with different effects on human health. Food fortification has been proven to be one of the most effective strategies

¹ Laboratorio de Radioisótopos y Laboratorio de Isótopos Estables Aplicados a Biología y Medicina, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Junín 956. 1113, Buenos Aires, Argentina. E-mail: jboccio@ffyb.uba.ar

² Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. Coorespondência para/Correspondence to: J.B. MONTEIRO. E-mail: jbrm@ufv.br

to overcome this situation, although limitations residing not only in the choice of food to provide these nutrients but also in the correct selection of the fortification compounds are very important. In general, iron and zinc compounds, that have high bioavailability, lead to alterations in the sensorial properties of the fortified food, making it less acceptable for consumption. On the other hand, non-reactive compounds with excellent technological properties have very low bioavailability, which renders them of no value from a nutritional point of view. In the present article, fortification aspects are discussed in order to achieve a better understanding of this problem.

Index tems: iron, zinc, fortification, food.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más frecuente en el ámbito mundial afectando en promedio al 30% de la población en general. Su incidencia en los países desarrollados es de aproximadamente del 10% cifra que aumenta al 40% en los países que están en vías de desarrollo. La deficiencia de zinc es tan grave como la deficiencia de hierro. La deficiencia de este micronutriente afecta a la población que vive no solo en los países en vías de desarrollo sino también a aquellos que viven en los países desarrollados, afectando en consecuencia a la población mundial a escala global. Estudios basados en encuestas nutricionales han demostrado que la ingesta promedio de zinc a nivel mundial oscila entre un 50% a un 80% de los requerimientos diarios para este micronutriente^{1,2}.

Los principales grupos de riesgo que poseen mayor probabilidad de sufrir deficiencia de hierro y zinc corresponden a aquellos grupos poblacionales en los que existe un inadecuado consumo y/o asimilación de hierro o zinc asociado generalmente a un aumento de su demanda. A estos grupos corresponden principalmente los lactantes, niños, adolescentes, embarazadas y mujeres en edad reproductiva. Sin embargo, es importante remarcar que la deficiencia de zinc a diferencia de la de hierro también puede afectar a ancianos, hombres adultos y mujeres posmenopáusicas^{3,4}.

Las consecuencias de la deficiencia de estos micronutrientes sobre la salud de la población

implican, entre otras, durante el embarazo, un aumento en la incidencia de partos prematuros llegando a producirse en los casos más graves, mortalidad materna y/o fetal. Los niños que nacen sin una adecuada cantidad de hierro en sus depósitos o aquellos que no tienen una ingesta adecuada de hierro y/o zinc durante su crecimiento pueden poseer un menor desarrollo intelectual y psicomotor con retardo en su crecimiento que dependiendo de las circunstancias puede llegar a ser de características irreversibles. En la persona adulta estas deficiencias cursan con disminución del rendimiento psicomotor e intelectual, produciendo una significativa reducción en la capacidad de trabajo y en consecuencia un descenso en la productividad, acarreado de esta manera serias consecuencias a nivel sanitario, social y económico en aquellos países donde estas deficiencias poseen altos índices de incidencia, agravando aún más la situación de la región^{3,-7}.

Si bien resulta difícil evaluar el costo monetario que representa la tragedia personal y social de pérdidas humanas causadas por la deficiencia de hierro y zinc, el Banco Mundial pudo estimar que las pérdidas causadas por la malnutrición de micronutrientes, en donde la deficiencia de hierro y zinc poseen la mayor prevalencia, representan en incapacidades y muertes, un costo del 5% del Producto Bruto Interno (PBI) en aquellos países que se encuentran significativamente afectados por estas deficiencias nutricionales. Sin embargo, la solución a este problema, mediante la implementación de estrategias adecuadas como la fortificación de alimentos, tiene un costo económico inferior al

0.3% del PBI, representando una relación costo-beneficio cercana a 20. Esto significa que por cada dólar invertido en la prevención de estas deficiencias nutricionales se evitan gastar 20 dólares para solucionar sus consecuencias⁸.

Las vías de solución y/o prevención a este problema nutricional, que han demostrado poseer la mejor relación costo/efectividad, han sido la fortificación de alimentos o la suplementación farmacológica con el o los micronutrientes deficientes. Ambos procedimientos poseen diferentes ventajas y desventajas, que fundamentalmente dependen de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del nutriente a utilizar, como así también de las características y costumbres de la población a la cual se desee aplicar dicho procedimiento⁸⁻¹⁴.

La fortificación de alimentos ha demostrado ser la estrategia más efectiva. Esta consiste en el agregado de el o de los micronutrientes deficitarios a un alimento utilizado como carrier o transporte, el cual debe ser cuidadosamente seleccionado en función de los hábitos alimentarios de la población, como así también del grupo poblacional considerado de riesgo. La ventaja fundamental que posee este procedimiento consiste en que la población que está afectada por la deficiencia de uno o varios micronutrientes en particular incorporará una cantidad adicional del mismo a través de la dieta que habitualmente está acostumbrada a ingerir, sin que se modifiquen sus costumbres alimentarias. No obstante, la utilización de la fortificación de alimentos como procedimiento debe ser considerada como un método profiláctico o preventivo para combatir la deficiencia de micronutrientes, en especial en el caso del hierro y zinc, ya que las dosis de fortificación son generalmente una fracción de los requerimientos diarios contenidos en la porción del alimento, razón por la cual, este procedimiento debe ser considerado como una estrategia de mediano a largo plazo⁸⁻¹⁴.

Los compuestos que se utilizan para la fortificación de los alimentos, en general, son aquellos que aportan un hierro de tipo no hémico,

o compuestos inorgánicos de zinc, por lo que es importante el tipo de compuesto que se va a usar, como así también el alimento que va a ser utilizado como vehículo de transporte, ya que el mismo puede interferir con la absorción de estos elementos, disminuyendo en consecuencia sus biodisponibilidades⁹.

La elección del compuesto a utilizar debe basarse en la biodisponibilidad del mismo, también son importantes los cambios que produzca en las características sensoriales del alimento, además de su incidencia sobre el costo final del alimento fortificado^{9,15}.

FORTIFICACIÓN CON HIERRO

Para el caso de la fortificación con hierro; los compuestos de hierro de elevada solubilidad como el sulfato ferroso y el gluconato ferroso aportan un hierro de alta biodisponibilidad, pero éstos tienen la desventaja de permitir que el hierro libre iónico interactúe con los componentes del alimento, produciendo cambios en las propiedades sensoriales del mismo. Este metal actúa catalizando los procesos oxidativos, produciendo en consecuencia la oxidación de los ácidos grasos insaturados y el enranciamiento de los lípidos del alimento. Este proceso catalítico de oxidación afecta a otros nutrientes como ser las vitaminas y los aminoácidos, disminuyendo significativamente el valor nutricional del alimento^{9,15}.

Existen compuestos con una moderada solubilidad en agua, como el fumarato ferroso y el succinato ferroso, que si bien tienen una elevada biodisponibilidad, tienen el inconveniente de poder ser utilizados únicamente en alimentos sólidos y deshidratados, puesto que de utilizarlos en alimentos acuosos neutros, los mismos precipitan y además la fracción de hierro liberado por los mismos interactúa con el alimento produciendo las alteraciones antes mencionadas^{9,15}.

Los compuestos como el ortofosfato férrico, el pirofosfato férrico y hierro elemental son

compuestos de baja solubilidad, por lo tanto si bien no producen un cambio significativo en las características sensoriales del alimento, ni en su valor nutricional, tienen la desventaja de poseer una pobre absorción y en consecuencia una biodisponibilidad muy baja. Eso los convierte en compuestos poco útiles desde el punto de vista nutricional^{9,15}.

Los compuestos de hierro protegidos surgen como consecuencia de la necesidad de utilizar compuestos que aporten un hierro con alta biodisponibilidad, como la que poseen los compuestos solubles en agua y que además posean una baja reactividad con la matriz nutricional, con el fin de ser tecnológicamente aptos para ser utilizados en los procesos industriales de fortificación de alimentos^{9,15}.

La hemoglobina, es un compuesto de hierro naturalmente protegido, esta posee una elevada biodisponibilidad aún en presencia de los inhibidores de la absorción de hierro presentes en la dieta. Sin embargo, su principal desventaja es la de ser un compuesto intensamente coloreado lo que limita significativamente su uso en la fortificación de alimentos. Otra desventaja resulta de la dificultad de obtener la hemoglobina en condiciones higiénicas adecuadas para ser utilizadas en la fortificación de alimentos^{9,15}.

El EDTA-Fe (III) también posee una elevada biodisponibilidad aún en presencia de los inhibidores de la absorción de hierro y es relativamente estable a los procesos industriales de elaboración y almacenamiento de los alimentos fortificados. Sin embargo, este compuesto ha demostrado poseer serias desventajas con relación a los cambios que produce en el color de ciertos alimentos cuando este es adicionado a los mismos; como así también el potencial aumento que podría producir en la absorción de ciertos metales tóxicos como consecuencia de la quelación de los mismos en el tracto gastrointestinal^{9,15}.

Los compuestos quelados a aminoácidos tienen como ventaja respecto al EDTA-Fe (III) de estar formados por componentes naturales que habitualmente se encuentran en los alimentos.

Sin embargo, no hay estudios concluyentes con respecto a su biodisponibilidad, a los cambios en las características sensoriales de los alimentos fortificados con estos compuestos, como así también de estabilidad de los mismos a los procesos industriales de producción a los que son sometidos estos alimentos fortificados^{9,16}.

El sulfato ferroso estabilizado, es el sulfato ferroso microencapsulado, en el cual, el sulfato ferroso se encuentra protegido de su entorno por una membrana de fosfolípidos, evitando de esta forma la interacción con el alimento. Este compuesto de hierro protegido fue exitosamente utilizado desde hace varios años para fortificar leche fluida y productos lácteos por la industria alimentaria en Argentina, Australia e Israel ya que el mismo, a diferencia de los otros compuestos de hierro, fue concebido desde un principio para ser utilizado en la fortificación de este tipo de alimentos¹⁷.

El sulfato ferroso estabilizado ha sido evaluado intensamente en cuanto a sus propiedades nutricionales y de estabilidad a los procesos industriales, demostrando que posee una elevada biodisponibilidad, baja toxicidad y el mismo comportamiento metabólico que el hierro aportado por el sulfato ferroso, además de ser estable a los procesos tecnológicos de producción industrial de este tipo de alimentos. Sin embargo, este compuesto tiene el inconveniente de ser mucho más costoso que el sulfato ferroso no encapsulado, lo que en muchos casos podría ser un factor limitante en su uso masivo como fortificante alimentario¹⁷.

FORTIFICACIÓN CON ZINC

Con respecto a la utilización de compuestos de zinc en fortificación de alimentos, la *Food and Drug Administration* (FDA) ha considerado, independientemente de la biodisponibilidad de los mismos, a cinco compuestos de zinc como GRAS para ser utilizados en la fortificación de alimentos, ellos son: sulfato

de zinc, cloruro de zinc, gluconato de zinc, óxido de zinc y estearato de zinc⁹.

El óxido de zinc es comúnmente usado en la fortificación de alimentos. En los países industrializados este compuesto es ampliamente utilizado para la fortificación de cereales. Este es un polvo blanco de bajo precio, que no causa problemas organolépticos cuando es agregado en cantidades pequeñas a alimentos sólidos. Sin embargo, este compuesto posee una baja biodisponibilidad, lo que lo convierte en un compuesto poco útil desde un punto de vista nutricional⁹.

El sulfato de zinc también es utilizado en la fortificación de alimentos, es mucho mejor absorbido que el óxido de zinc, pero es más costoso que este, además de producir cambios en las características sensoriales del alimento. También, se ha observado que dependiendo de la dosis este compuesto puede provocar náuseas⁹.

El citrato de zinc también ha sido utilizado en la fortificación de alimentos, pero con poco éxito, este compuesto es bien absorbido. Sin embargo posee un sabor muy fuerte que es muy difícil de disimular, razón por la cual resulta ser un compuesto poco útil para ser utilizado en la fortificación industrial de alimentos⁹.

Lamentablemente a diferencia de lo que ocurre en el caso de los compuestos de hierro, no se han desarrollado extensamente los compuestos protegidos de zinc. El único compuesto de zinc protegido desarrollado e investigado en la actualidad es el gluconato de zinc estabilizado con glicina. Este compuesto ha sido utilizado ampliamente por la industria Argentina para la fortificación de productos lácteos y en Australia para fortificar diferentes jugos de frutas. Este compuesto tiene importantes características para ser considerado en la fortificación de alimentos, ya que además de poseer una adecuada biodisponibilidad, no produce cambios en las características organolépticas de los alimentos fortificados lo que lo convierte en un compuesto útil tanto desde un punto de vista nutricional como tecnológico-industrial^{9,18}.

ALIMENTOS

Los alimentos usados como transporte o *carrier* para estos minerales deben reunir ciertos requisitos, siendo el principal de ellos el de ser ampliamente consumido por los grupos de riesgo. Los alimentos más utilizados para este fin son principalmente los cereales y los productos lácteos y en menor proporción la sal, el azúcar y los condimentos. Sin embargo, los estudios realizados por Dutra de Oliveira y colaboradores en Brasil demostraron la factibilidad de utilizar eficientemente el agua potable como vehículo de fortificación^{9,15,19,20}.

Los cereales, las harinas de éstos y los productos alimenticios derivados de ellos, son los más frecuentes vehículos utilizados en la fortificación con hierro, zinc y otros nutrientes, ya que son uno de los alimentos más ampliamente consumidos por la población. Generalmente la cantidad de hierro y/o zinc agregada a los productos refinados de los cereales es muy baja, ya que habitualmente se les agrega la cantidad necesaria para llegar al valor que originalmente poseía el grano entero antes de su refinamiento. En el caso de la fortificación, las cantidades de estos minerales adicionadas deberán ser sustancialmente mayores, en general, del orden de los 55mg a 65mg por kg²¹.

Una de las principales desventajas de la utilización de las harinas como vehículo de transporte para el hierro y zinc radica en su alto contenido de ácido fítico, de hasta un 1% en el grano entero y de unos 100mg por kg en las harinas refinadas. Este posee un potente efecto inhibitorio sobre la absorción de estos minerales, disminuyendo consecuentemente su biodisponibilidad^{5,22}.

Otra desventaja que posee la fortificación de harinas y cereales en el caso del hierro es su elevada susceptibilidad al enranciamiento, mediada a través de la oxidación catalítica de las grasas por este elemento. En general, con el fin de evitar este proceso se agregan compuestos inertes de hierro, como pirofostato férrico y hierro

elemental, con la desventaja de que los mismos poseen una muy baja biodisponibilidad. Por esta razón es necesario el agregado de cantidades significativamente superiores de hierro, que en algunos casos son del orden de los 200mg a 500mg por kg, juntamente con el agregado de un promotor de la absorción como el ácido ascórbico, ya que en caso contrario la utilidad de la fortificación puede ser considerada de dudosa efectividad^{15,23,24}.

Los productos lácteos al igual que los cereales y derivados de ellos son considerados como unos de los principales vehículos para ser fortificados con hierro, zinc y otros micronutrientes^{9,15}.

La leche fluida de vaca, en muchos países es ampliamente consumida por los niños, uno de los principales grupos de riesgo. Las fórmulas infantiles son básicamente leche modificada de vaca y adicionadas con distintos nutrientes. Las leches chocolatadas también resultan un atractivo vehículo de fortificación ya que son muy apetecidas por los niños y adolescentes. La leche en polvo es distribuida en forma gratuita por muchos programas materno infantiles en algunos países en vías de desarrollo, por lo cual su fortificación con hierro y zinc debería ser imprescindible. Los yogures y productos fermentados, sobre todo aquellos dietéticos, son ampliamente consumidos por mujeres en edad reproductiva. Todo esto permite considerar que la fortificación con hierro y zinc de estos alimentos sería una herramienta esencial en la lucha contra la deficiencia de estos micronutrientes^{5,9,25-27}.

Sin embargo, la fortificación de productos lácteos y sus derivados con un elemento como el hierro entraña diferentes dificultades propias de la compleja composición de este alimento y de la reactividad del hierro, ya que este metal interactúa con el mismo provocando la oxidación catalítica de las grasas, vitaminas y aminoácidos produciendo en consecuencia rancidez y disminución del valor biológico del alimento. En el caso del zinc, la utilización de algunos compuestos como el sulfato de zinc pueden

provocar cambios en las características sensoriales del alimento fortificado, mientras que la utilización de compuestos inertes como el óxido de zinc puede precipitar depositándose en el fondo del recipiente siendo los mismos no ingeridos adecuadamente; además de poseer una biodisponibilidad muy limitada^{5,9,28}.

Por otra parte, distintos nutrientes presentes en los productos lácteos, como el calcio, la caseína, las proteínas del suero y el cacao en el caso particular de las leches chocolatadas, podrían provocar una disminución significativa de la absorción del hierro y/o el zinc. Para el caso del hierro, el agregado de ácido ascórbico ha demostrado ser efectivo en solucionar en parte este efecto inhibitorio. Sin embargo la vitamina C en medios líquidos, como la leche fluida, se degrada rápidamente a ácido dicetoglucónico, provocando importantes cambios en las características sensoriales del alimento^{5,17,29-32}.

También es necesario tener en cuenta que en muchos países la leche es consumida juntamente con otras infusiones como té, café, chocolate o mate que, en contacto con el hierro usado como fortificante de la leche, se torna de un color negro-grisáceo, condición que hace al alimento inaceptable desde el punto de vista de sus cualidades sensoriales¹⁵.

Lo anteriormente mencionado, por un lado demuestra la utilidad de este alimento como vehículo de fortificación con nutrientes como el hierro y el zinc, pero por otro lado, también evidencia el problema de su fortificación con elementos como estos como consecuencia de su elevada reactividad y/o cambios significativos en las características sensoriales. Es por ello, que la selección de los compuestos adecuados de estos metales resulta imprescindible para la fortificación de este alimento en particular y de todos los alimentos fortificados en general.

CONCLUSIÓN

De esta forma podemos concluir que la fortificación de los alimentos es un eficiente

procedimiento para prevenir la deficiencia nutricional de hierro y zinc. El uso de algunos compuestos de hierro y zinc nos permite fortificar en forma adecuada diferentes alimentos sin alterar sus propiedades sensoriales. Sin embargo estos compuestos deben ser cuidadosamente seleccionados de acuerdo a su biodisponibilidad, la composición de la matriz nutricional del alimento a fortificar, como así también de los procesos tecnológicos a utilizar durante los procesos industriales de fortificación y producción del alimento.

REFERENCIAS

1. World Health Organization. Commission on Health and Environment. Report of the panel on food and agriculture. Geneva; 1992.
2. Calvo E, Gnazzo N. Prevalence of iron deficiency in children aged 9-24 mo from a large urban area of Argentina. *Am J Clin Nutr* 1990; 52:534-40.
3. Dallman P. Iron. Present knowledge in nutrition. 6th. ed. Washington (DC): ILSI; 1990. p.277-88.
4. Cousins R, Hempe J. Zinc: present knowledge in nutrition. 6th ed. Washington (DC): ILSI; 1990. p.289-308.
5. Salgueiro J, Zubillaga M, Lysionek A, Sarabia I, Caro R, De Paoli T *et al.* Zinc as an essential micronutrient: a review. *Nutr Res* 2000; 20:737-55.
6. Salgueiro J, Zubillaga M, Lysionek A, Cremaschi G, Sarabia I, Caro R, *et al.* Zinc status and immune system relationship: a review. *Biol Trace Elem Res* 2000; 76:193-205.
7. Salgueiro M, Zubillaga M, Weill R, Postaire E, Lysionek A, Caro R, *et al.* Is there a need of concern about zinc supplementation in diabetes mellitus patients? *Biol Trace Elem Res* 2001; 81:215-28.
8. Enriching L. Overcoming vitamin and mineral malnutrition in developing countries. Washington DC: The World Bank; 1994.
9. Salgueiro M, Zubillaga M, Lysionek A, Caro R, Weill R, Boccio J. Strategies to combat zinc and iron deficiency. *Nutr Rev* 2002; 60:52-8.
10. Allen L. Zinc and micronutrient supplements for children. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:495-8.
11. Lofti M, Mannar V, Merx R, Naber-Van Den Heuvel P. Micronutrient fortification of foods. Current practices, research and opportunities. The Micronutrient Initiative. Ottawa: International Development Research Centre; 1996.
12. Schultink W, Ree M, Matulesi P, Gross R. Low compliance with an iron-supplementation program: a study among pregnant women in Jakarta, Indonesia. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 135-9.
13. Gibson R. Technological approaches to combating iron deficiency. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51:25S-7S.
14. Gibson RS, Yeudall F, Drost N. Dietary interventions to prevent zinc deficiency. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:484-7.
15. Hurrell R. Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Rev* 1997; 55:210-22.
16. Fox T, Eagles J, Fairweather-Tait S. Bioavailability of iron glycine as a fortificant in infant foods. *Am J Clin Nutr* 1998; 67:664-8.
17. Boccio J, Zubillaga M, Caro R, Gotelli C, Gotelli M, Weill R. New procedure to fortify fluid milk and dairy products with high-bioavailable ferrous sulfate. *Nutr Rev* 1997; 55:240-6.
18. Salgueiro J, Zubillaga M, Lysionek A, Sarabia I, Caro R, De Paoli T, *et al.* Bioavailability, biodistribution and toxicity of Bio-ZnTM: a new zinc source. Comparative studies in rats. *Nutrition* 2000; 16:762-6.
19. Dutra De Oliveira J, Ferreira J, Vasconcellos V, Marchini J. Drinking water as an iron carrier to control anemia in preschool children in a day-care center. *J Am Coll Nutr* 1994; 13:198-202.
20. Dutra De Oliveira J, De Almeida C. Domestic drinking water-an effective way to prevent anemia among low socio-economic families in Brazil. *Food Nutr Bull* 2002; 23:213-26.
21. Darnton-Hill I, Mora J, Weinstein H, Wilburg S, Nalubola R. Iron and folate fortification in the Americas to prevent and control micronutrient malnutrition: an analysis. *Nutr Rev* 1999; 57: 25-31.

22. Hallberg L, Brune M, Rosander L. Low bioavailability of carbonyl iron in man: studies on iron fortification of wheat flour. *Am J Clin Nutr* 1986; 43:59-67.
23. Hallberg L, Rossander L, Skanber GA. Phytates and the inhibitory effect of bran on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1987; 45:988-96.
24. Fomon S. Reflections on infant feeding in the 1970s and 1980s. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 171-82.
25. Davis A, Bolin T. Iron fortification of milk powder. *Med J Australia* 1976; 1:359-90.
26. Stekel A, Olivares M, Cayazzo M, Chadud P, Llaguno S, Pizarro F. Prevention of iron deficiency by milk fortification II. A field trial with a full-fat acidified milk. *Am J Clin Nutr* 1988; 47:265-9.
27. American Academy of Pediatrics. Iron fortification of infant formulas. Committee on Nutrition. *Pediatrics* 1999; 104:119-23.
28. Galdi M, Carbone N, Valencia M. Comparison of ferric glicinate to ferrous sulfate in model infant formulas: kinetics of TBA, lysine and methionine changes. *J Food Sci* 1989; 54:1230-3.
29. Hallberg L. Does calcium interfere with iron absorption? *Am J Clin Nutr* 1998; 68:3-4.
30. Emery T. Iron oxidation by casein. *Biochem Biophys Res Commun* 1992; 182:1047-52.
31. Jackson L, Lee K. The effect of dairy products on iron bioavailability. *Crit Rev Food Sc Nutr* 1992; 31:259-70.
32. Minotti P, Buchonski S, Miller D. Effects of calcium supplementation, calcium source and lactose on iron absorption in the rat. *Nutr Res* 1993; 13: 1173-81.

Recebido para publicação em 4 de junho de 2002 y
aprobación en 9 de abril de 2003.

Importância do zinco na nutrição humana

The importance of zinc in human nutrition

Denise MAFRA¹

Sílvia Maria Franciscato COZZOLINO¹

RESUMO

Recentes pesquisas experimentais e clínicas têm reforçado a importância do zinco na saúde humana. O zinco possibilita várias funções bioquímicas, pois é componente de inúmeras enzimas, dentre estas, álcool desidrogenase, superóxido dismutase, anidrase carbônica, fosfatase alcalina e enzimas do sistema nervoso central. Participa na divisão celular, expressão genética, processos fisiológicos como crescimento e desenvolvimento, na transcrição genética, na morte celular, age como estabilizador de estruturas de membranas e componentes celulares, além de participar da função imune e desenvolvimento cognitivo. Sua deficiência pode causar alterações fisiológicas como, hipogonadismo, danos oxidativos, alterações do sistema imune, hipogeusia, danos neuropsicológicos e dermatites. Assim, devido a inúmeras pesquisas referentes a este mineral, este trabalho teve como objetivo mostrar os aspectos atuais sobre a essencialidade do zinco na nutrição humana.

Termos de indexação: zinco, nutrição, morte celular, processos fisiológicos, saúde.

ABSTRACT

Recent clinical and experimental findings have reinforced the importance of zinc in human nutrition. Zinc plays a key role in the function of several enzymes like alcohol dehydrogenase, copper-zinc superoxide dismutase, carbonic anhydrase, alkaline phosphatase, ribonucleic acid polymerase and enzymes in the central nervous system. Zinc also participates in cell division, genetic expression, physiological processes like growth and development, genetic transcription, as well as programmed cell death, acting in the stabilization of biomembrane structures and cellular components. Furthermore, zinc affects the immune function and cognitive development. Effects of its deficiency include hypogonadism, oxidative damage, and alterations in the immune system, hypogeusia, neuropsychological impairment and dermatitis. In view of the abundant research on this mineral, this study had the objective of divulging more recent literature supporting the concept that zinc is essential in human nutrition.

Index terms: zinc, nutrition, cell death, physiological process, health.

¹ Departamento Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. Av. Lineu Prestes, 580 – Bloco 14, 05508-030, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: D.MAFRA. E-mail: dmafra@terra.com.br

INTRODUÇÃO

Como um componente estrutural e/ou funcional de várias metaloenzimas e metaloproteínas, o zinco participa de muitas reações do metabolismo celular, incluindo processos fisiológicos, tais como função imune, defesa antioxidante, crescimento e desenvolvimento¹.

O entendimento das funções do zinco no metabolismo teve início em 1869 com Raulin, que descobriu sua essencialidade para *Aspergillus niger*. Quarenta anos mais tarde, Mazé descreveu problemas no cultivo de milho pela falta de zinco. Todd, Evehjem e Hart, em 1934, descobriram sua essencialidade para ratos, e, mais tarde, em 1955, Tucker e Salmon descobriram problemas na pele do ser humano, decorrentes da deficiência de zinco. Em 1960, O'Dell observou que este mineral era essencial para crianças. Vários estudos se seguiram demonstrando que a deficiência de zinco era revertida pela suplementação².

Bases bioquímicas

O zinco (Zn) difere dos outros metais de transição, pois contém a camada eletrônica “d” completa e assim não participa de reações redox, mas age como ácido de Lewis para aceitar um par de elétrons, fazendo com que seja um íon estável. O zinco ocorre naturalmente como 5 isótopos estáveis: ⁶⁴Zn, ⁶⁶Zn, ⁶⁷Zn, ⁶⁸Zn, e ⁷⁰Zn. Geralmente se complexa com aminoácidos, peptídeos e nucleotídeos e tem afinidade com grupos tióis e hidrogênio³.

Recomendações Nutricionais e Fontes

A recomendação deste nutriente para a população sadia, foi modificada recentemente para 8mg/dia para mulheres e 11mg/dia para homens⁴.

Os alimentos diferem no seu conteúdo de Zn, variando de 0,002mg/100g de clara de ovo, 1mg/100g de frango até 75mg/100g de ostras. Mariscos, ostras, carnes vermelhas, fígado, miúdos

e ovos são consideradas as melhores fontes de zinco. Nozes e leguminosas são fontes relativamente boas de zinco. O consumo de zinco é influenciado pela fonte protéica da dieta, assim, dietas constituídas de ovos, leite, frango e peixe têm menor razão Zn:Proteína do que aquelas de mariscos, ostras e carnes vermelhas⁵.

Metabolismo

Partindo do princípio que a simples presença do nutriente na dieta não garante sua utilização pelo organismo, devemos abordar alguns fatores que podem afetar a biodisponibilidade do zinco na dieta.

As boas fontes de zinco não contém constituintes químicos que inibem a absorção do zinco, e, além disto, a presença de alguns aminoácidos, como cisteína e histidina melhoram a sua solubilidade.

O conteúdo de fitato presente nos alimentos reduz a biodisponibilidade de Zn. A razão molar fitato:Zn de 20 já pode produzir efeito negativo, pois o fitato é carregado negativamente; logo, tem um forte potencial para ligar cátions bivalentes, tais como o zinco, impedindo assim sua absorção^{6,7}.

Existem fatores intraluminais facilitadores da absorção de zinco como: aminoácidos (histidina e metionina), fosfatos, ácidos orgânicos e algumas prostaglandinas. A quantidade de proteína da refeição tem efeito positivo na absorção do zinco, porém proteínas específicas como a caseína tem efeito inibitório na absorção⁸.

Outros componentes de alimentos como fibras, taninos e cafeína parecem não afetar a utilização de zinco pelo organismo, porém Dyck *et al.*⁹, estudando *in vitro* a disponibilidade de Fe, Ca e Zn de uma refeição contendo 4 componentes alimentares diferentes (café, vitamina C, farinha de trigo e pectina), observaram que com exceção da vitamina C, todos os demais componentes tiveram efeitos negativos na disponibilidade desses minerais, sendo que o maior efeito foi da farinha

de trigo, e o Zn foi o elemento traço que sofreu maior interferência. O ferro, se fornecido junto com Zn através de suplemento pode ter efeito negativo na absorção do Zn⁸.

Lee *et al.* (1989)¹⁰, demonstraram, em um estudo realizado com 21 indivíduos, que a absorção de zinco é dependente de sua concentração no lúmen, e que o jejuno foi a porção intestinal onde ocorreu maior absorção.

A captação de zinco pela superfície da borda em escova é regulada homeostaticamente por mecanismos de difusão e processos mediados por carreadores. Em situações de baixa ingestão ocorre aumento da capacidade de transporte por carreadores, e diante da alta ingestão alimentar, torna-se proeminente um mecanismo de difusão passiva sem saturação¹¹.

O zinco presente em altas concentrações nas células pode interferir com outros processos metalo-dependentes ou inibir proteínas. Assim, a tioneína (T) se acopla ao zinco e age como marcador bioquímico que controla a concentração do zinco. Um aumento na concentração de zinco disponível, induz a síntese de tioneína, por meio da ação do zinco sobre os fatores de transcrição zinco-dependentes, formando a metalotioneína (MT). Na presença de baixas concentrações de zinco na célula, o zinco é liberado da MT¹².

A metalotioneína é uma proteína que contém 60 a 68 aminoácidos, dos quais 20 são cisteínas. Todos os 7 átomos de zinco presentes na proteína, estão ligados nestas moléculas de cisteínas, distribuídos em 2 domínios da proteína¹².

Outra proteína presente na mucosa intestinal, constituída de 77 aminoácidos em sua cadeia, com 7 resíduos de cisteína, é a CRIP (proteína intestinal rica em cisteína), que se liga ao zinco na função de carreador intracelular, aumentando a velocidade de absorção^{13,14}.

Após a absorção, o zinco é liberado pela célula intestinal, passa para os capilares mesentéricos e é transportado no sangue portal, sendo captado pelo fígado e subsequentemente distribuído para os demais tecidos.

O zinco é perdido do organismo por meio dos rins, da pele e do intestino. As perdas endógenas intestinais podem variar de 0,5 a 3,0mg/dia. Sob condições normais, 95% do zinco da fração filtrável do plasma é reabsorvido na parte distal do túbulo renal. As perdas urinárias variam de 300-600mg/dia, influenciadas por mecanismos de secreção no túbulo proximal do néfron^{7,14}.

Os genes envolvidos no transporte deste mineral estão começando a ser clonados, e todos codificam proteínas na membrana celular, muitos apresentando um domínio intracelular rico em histidina. O gene do transportador ZnT-1 foi o primeiro a ser clonado, tendo sido descoberto em 1995 por Palmiter & Findley. Está associado com o efluxo de zinco, sendo encontrado em vários tecidos, incluindo intestino, rins e fígado. A expressão do gene para este transportador no intestino é bem maior no duodeno e jejuno. Existem ainda o ZnT-2 presente no intestino, rins e testículos, ZnT-3 presente nos testículos e cérebro e grandes quantidades de ZnT-4 nas glândulas mamárias, podendo estar envolvido na secreção de zinco no leite^{15,16}.

Liuzzi *et al.*¹⁷, observaram que com suplementação de zinco, a expressão do RNAm para ZnT-1 e ZnT-2 foi elevada no intestino, fígado e rim, mostrando que a expressão desses transportadores ocorre em resposta às condições fisiológicas relativas ao zinco.

A mutação no gene ZnT-4 provocou uma diminuição do transporte do zinco ao leite durante a lactação. Além disso, Michalczyk *et al.*¹⁸ detectaram a expressão de dois outros membros da família do ZnT-4, nas células epiteliais das mamas, que estão envolvidos no transporte do zinco para o leite materno.

Sekler *et al.* (2002)¹⁹ mostraram que no córtex cerebral e cerebelo, há uma elevada expressão do gene para ZnT-1, promovendo assim a homeostasia do zinco, evitando um influxo excessivo de zinco nos neurônios, o que pode causar morte neuronal.

Avaliação do estado nutricional relativo ao zinco

O conteúdo total de zinco no organismo varia de 1,5g a 2,5g, estando presente em todos os órgãos. Concentra-se nos ossos, músculos voluntários, fígado e pele (90%). A concentração de zinco na massa corpórea magra é de aproximadamente 300µg/g e no osso uma concentração de 100 a 200µg/g. É também encontrado no pâncreas, rins e em outros tecidos e fluidos corporais como próstata, espermatozoides, diversas partes dos olhos, cabelos e unhas, onde as concentrações mais altas foram observados na coróide do olho (274µg/g) e nos líquidos prostáticos (300 a 500µg/mL). No sangue, cerca de 80% do zinco é encontrado nos eritrócitos, 16% no plasma ligado principalmente à albumina (70%) e α 2-macroglobulina. A circulação representa a menor parte do total de zinco do organismo, e o *turnover* plasmático é o mais elevado. A concentração plasmática normal é de aproximadamente 100µg/dL e apesar de representar apenas cerca de 0,1% do conteúdo corporal, é a fonte primária deste mineral para todas as células, tendo uma dinâmica rápida e estando sob controle homeostático^{5,7,14}, contrapondo com os valores normais de zinco no organismo²⁰ (Tabela 1).

Tabela 1. Valores normais de zinco no organismo.

Compartimento	Concentração normal de Zinco
Plasma	> 70µg/dL
Eritrócitos	42,2 ± 5,6µg/g hemoglobina
Urina	300-600µg/dia

Fonte: Gibson²⁰.

O zinco encontrado nos eritrócitos não reflete mudanças recentes nos níveis de zinco orgânico de um indivíduo, e é um parâmetro de estado nutricional relativo ao zinco de prazo mais longo. O conteúdo de zinco nestas células é expresso em termos de microgramas por grama de hemoglobina. A análise da fosfatase alcalina nos granulócitos também é um parâmetro muito

útil, enquanto o nível plasmático é considerado um indicador inadequado, pois o organismo tenta conservar valores normais durante a deficiência. Apenas na deficiência grave há diminuição do zinco no plasma²⁰.

Funções

Diversas enzimas e proteínas contendo zinco participam do metabolismo de proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos, e, junto com informações geradas nas áreas de nutrição, fisiologia, medicina e bioquímica, tem-se consolidado o conhecimento do metabolismo do zinco e de suas funções. Nas enzimas, o zinco pode ter função catalítica ou estrutural. Dentre as aproximadamente 300 enzimas das quais o zinco faz parte estão, a anidrase carbônica, que foi a primeira a ser descoberta, fosfatase alcalina, carboxipeptidases, álcool desidrogenase, superóxido dismutase, proteína C quinase, ácido ribonucleico polimerase e transcritase reversa^{2,3,7,14}.

O zinco está envolvido na estabilização de membranas estruturais e na proteção celular, prevenindo a peroxidação lipídica. O papel fisiológico do zinco como antioxidante é evidenciado por 2 mecanismos: proteção de grupos sulfidrilas contra oxidação, como ocorre com a enzima δ -ácido aminolevulínico desidratase e na inibição da produção de espécies reativas de oxigênio por metais de transição como ferro e cobre. O zinco participa da estrutura da superóxido dismutase (SOD), sendo a atividade desta enzima reduzida pela deficiência deste mineral^{14,21,22,23,24}.

O zinco é um mineral que desempenha papel na organização polimérica de macromoléculas como DNA e RNA, e é indispensável para atividade de enzimas envolvidas diretamente com a síntese de DNA e RNA, como por exemplo a RNA polimerase. Além disso, influencia a divisão celular, por meio da atividade da dioxitimidina quinase e adenosina (5') tetrafosfato (5')-adenosina. Defeitos na síntese ou prejuízo da função do RNA mensageiro parecem ser induzidos pela deficiência de zinco^{7,14}.

A concentração do hormônio de crescimento (IGF-I) também diminui na deficiência de Zn²⁵.

Outra ação atribuída ao zinco, refere-se ao estímulo pós-receptor, que aumenta a translocação dos transportadores de glicose dos seus sítios intracelulares para a membrana plasmática²⁶.

Pacientes diabéticos apresentam hiperzinúria, o que pode levar à deficiência de zinco. No entanto, o metabolismo do zinco na diabetes ainda não foi totalmente elucidado. Pesquisas têm sido realizadas no sentido de verificar os benefícios da suplementação com Zn nestes pacientes²⁷.

A deficiência de zinco na insuficiência renal crônica também tem sido pesquisada nos últimos anos. Mafra & Cozzolino²⁸ observaram reduzida concentração de zinco no plasma nos pacientes urêmicos, e uma concentração eritrocitária de zinco elevada, sugerindo distribuição anormal do zinco e não deficiência verdadeira.

Numa revisão Mafra & Cozzolino²⁹ mostraram que durante a deficiência de ferro ou intoxicação por chumbo, o zinco é incorporado na protoporfirina durante a eritropoiese, formando assim a zinco protoporfirina (ZPP) ao invés do heme. Vários trabalhos têm mostrado que a concentração deste composto está elevada no sangue de pacientes com deficiência de ferro, sendo um parâmetro de alta especificidade e sensibilidade para o diagnóstico da anemia. Assim, também tem sido visto por alguns trabalhos uma correlação entre anemia e elevadas concentrações de ZPP em pacientes com insuficiência renal crônica, podendo ser uma das causas da distribuição anormal de zinco entre plasma e eritrócitos nestes pacientes³⁰.

Considera-se que a relação entre zinco e sinais de membrana na regulação hormonal, melhora a interação entre os hormônios e seus receptores, como observado no hormônio de crescimento e prolactina. A timulina é um hormônio importante para maturação e diferenciação de linfócitos T, cuja atividade biológica

depende do zinco, e já existem trabalhos mostrando o papel do zinco relacionado com timulina e diferenciação da linhagem de células T no combate à infecções oportunistas³¹⁻³³.

O zinco está relacionado com as células do sistema imune, incluindo atividade das células T-Helper, desenvolvimento de linfócitos T-citotóxicos, hipersensibilidade retardada, proliferação de linfócitos T, produção de interleucina-2 e morte programada de células de origem mielóide e linfóide. A presença de 5'NT (ecto-5'-nucleotidase) na membrana necessita de zinco^{14,34,35}, visto que esta enzima está presente nas subclasses de linfócitos T e B com maior expressão nos linfócitos B CD8+.

A diminuída produção de citocinas e interferon- α pelos leucócitos está relacionada a deficiência de zinco. O zinco induz monócitos a produzirem interleucina-1, interleucina-6 e inibir a produção de fator de necrose tumoral, que está implicado na fisiopatologia da caquexia na Síndrome da Imunodeficiência Adquirida³³.

Há evidências de que a suplementação com Zn reduz o impacto de muitas doenças, pois promove melhora do sistema imune^{36,37}. Mocchegiani & Muzzioli³² mostraram que a suplementação com 45mg Zn/dia associada com administração de AZT, diminuiu a recidiva de infecções oportunistas em pacientes HIV positivo.

Existem no sistema nervoso central, neurônios que apresentam vesículas sinápticas com elevadas concentrações de zinco, sendo estes neurônios conhecidos como uma subclasse de neurônios glutaminérgicos. Apesar do seu papel no córtex cerebral ainda ser desconhecido, o fato do zinco estar presente nos botões sinápticos, implica num papel vital do zinco neste sistema³⁸. Além disso, o zinco está envolvido com o desenvolvimento cognitivo e, apesar do mecanismo exato não ser claro, parece que o zinco é essencial na neurogênese, migração neuronal e sinapses, e sua deficiência pode afetar o desenvolvimento cognitivo em crianças³⁹.

O zinco participa do processo de adaptação da visão noturna, fazendo parte da

estrutura de enzimas como a desidrogenase do retinol, α -manosidase (enzima lisossomal do epitélio retinal), anidrase carbônica, collagenase corneal e leucina aminopeptidase. Vários trabalhos relatam que o zinco pode ter um papel terapêutico na prevenção e tratamento da degeneração macular. O zinco está envolvido com a síntese da proteína ligadora de retinol, onde promove a ligação de fatores de transcrição ao DNA para síntese desta proteína¹⁴. Crianças desnutridas em resposta à suplementação de zinco, apresentaram um aumento nas concentrações plasmáticas de vitamina A e de proteína ligadora de retinol⁴⁰.

Estudos têm sido desenvolvidos com relação à enzima conversora de angiotensina (ECA), que é uma metaloenzima contendo dois átomos de zinco, encontrada no endotélio vascular, que tem como função primária regular a pressão sangüínea pela conversão da angiotensina I em II, que é vasoconstritora⁴¹.

A ECA também é encontrada nos testículos, porém neste caso, possui somente um átomo de zinco e não atua na regulação da pressão sangüínea. Os efeitos da deficiência de zinco, resultando na redução da atividade desta enzima, têm sido bastante explorados com relação à maturação testicular e fertilidade em geral. Estudos têm mostrado que ratos com dietas deficientes em zinco têm uma menor atividade da ECA nos testículos, onde expressam uma menor concentração de RNAm para esta enzima⁴².

Assim, o zinco está envolvido com o sistema reprodutivo e sua presença no testículo é fundamental à espermatogênese^{14,33,35}.

Deficiência de Zinco

A primeira manifestação da deficiência de zinco, clinicamente identificada, foi a acrodermatite enteropática, uma desordem congênita que surge na infância e é caracterizada por alopecia, diarreia, lesões de pele e imunodeficiência celular.

A deficiência de zinco ocasiona primeiro uma mobilização das reservas funcionais e, com

a deficiência prolongada, podem ocorrer, anorexia, pelo aumento dos níveis de norepinefrina e alterações no hipotálamo; retardo no crescimento e defeito no crescimento fetal; cicatrização lenta; intolerância à glicose pela diminuição de produção de insulina; hipogonadismo, impotência sexual e atrofia testicular; atraso na maturação sexual e esquelética; restrição da utilização de vitamina A; fragilidade osmótica dos eritrócitos; diminuição da atividade da interleucina-2; disfunções imunológicas, ocorrendo infecções intercorrentes; hipogeusia (o Zn é componente da gustina, uma proteína envolvida com o paladar); desordens de comportamento, aprendizado e memória; diarreia, dermatite e alopecia^{7,43}.

A deficiência de zinco moderada, além da grave, tem sido cada vez mais detectada, principalmente nos países em desenvolvimento, onde estudos bem delineados têm mostrado a importância clínica deste estado de deficiência, onde se observa: retardo no crescimento, diarreia, pneumonia, malária e prejudicado desenvolvimento cerebral⁴⁴.

Os índices do estado nutricional referente ao zinco, como sua concentração no plasma, células sangüíneas, cabelo e excreção urinária, diminuem na deficiência grave. Na deficiência de zinco ocorre também diminuição da atividade de enzimas como anidrase carbônica, fosfatase alcalina e carboxipeptidases²⁰.

Estudos recentes mostram que na deficiência de Zn, ocorre um aumento do RNAm para uroguanilina no intestino, um hormônio natriurético, que se liga a guanilato ciclase C, causando diarreia secretória⁴⁵.

Trabalhos têm mostrado que crianças suplementadas com zinco têm menor incidência de diarreia, pneumonia e malária, quando comparadas com crianças que não recebem zinco^{46,47}.

Durante a deficiência de zinco podem ocorrer alterações nas respostas do nervo tímpano corda, responsável pelo paladar, levando assim à hipogeusia, ocorre também linfopenia e atrofia tímica, fato que se deve ao aumento das perdas

das células T e B na medula óssea, além disso, a deficiência de zinco pode induzir apoptose mediada por glicocorticóides o que diminui a linfopoiese^{36,48}.

Os fatores que podem levar à deficiência de zinco são: consumo inadequado de zinco; deficiência de zinco pela nutrição parenteral total, consumo de fitatos e fibras que diminuem a biodisponibilidade de zinco; desnutrição energético-protéica (DEP); má-absorção; insuficiência renal crônica e outras doenças⁴³.

CONCLUSÃO

Inúmeras descobertas sobre as funções do zinco têm sido objetos de estudo como: transportadores de membrana, seu envolvimento com a apoptose, mecanismos de defesa antioxidante e seu papel nos botões sinápticos e desenvolvimento cognitivo. Várias pesquisas mostram os resultados promissores da suplementação com zinco no tratamento da diarreia, na melhora de infecções oportunistas em aids, nas alterações do paladar, na melhora do hipogonadismo. O zinco tem um papel fundamental no metabolismo orgânico, porém, verifica-se que ainda há muitas questões a serem respondidas sobre funções, homeostasia, danos causados pela deficiência, bem como, suplementação do zinco em várias situações. Assim, sugere-se que muitas pesquisas devem ser realizadas com este mineral, no sentido de mostrar cada vez mais a importância deste para a nutrição humana.

REFERÊNCIAS

1. Szckurek EI, Bjornsson CS, Taylor CG. Dietary zinc deficiency and repletion modulate metallothionein immunolocalization and concentration in small intestine and liver of rats. *J Nutr* 2001; 131: 2132-8.
2. Sandstead HH. Understanding zinc: recent observations and interpretations. *J Lab Clin Med* 1994; 124(3):322-7.
3. McCall KA, Huang C, Fierke CA. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1437-46.
4. Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington: National Academy of Sciences; 2001.
5. Sandström B. Bioavailability of zinc. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51(Suppl 1):S17-S9.
6. Zhou JR, Erdman JW. Phytic acid in health and disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1995; 35(6): 495-508.
7. Organização Mundial de Saúde. Elementos traço na nutrição e saúde humana. São Paulo: Roca; 1998. p.63-91.
8. Lönnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr* 2000; 130:1378-83.
9. Dyck KV, Tas S, Robberecht H, Deelstra H. The influence of different food components on the in vitro availability of iron, zinc and calcium from a composed meal. *Int J Food Sci Nutr* 1996; 47: 499-506.
10. Lee HH, Prasad AS, Brewer GJ, Owyang C. Zinc absorption in human small intestine. *Am J Physiol* 1989; 256:87-91.
11. Jackson MJ. Physiology of zinc: general aspects. In: Mills CF, editor. *Zinc in human biology*. London: Springer-Verlag; 1989. p.323-33.
12. Maret W. The function of zinc metallothionein: a link between cellular zinc and redox state. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1455-8.
13. Hempe JM, Cousins RJ. Cystein-rich intestinal protein and intestinal metallothionein: an inverse relationship as a conceptual model for zinc absorption in rats. *J Nutr* 1992; 122:89-95.
14. Vallee BL, Falchuk KH. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiol Rev* 1993; 73(1).
15. McMahon RJ, Cousins RJ. Mammalian zinc transporters. *J Nutr* 1998; 128:667-70.
16. Cousins RJ, McMahon RJ. Integrative aspects of zinc transporters. *J Nutr* 2000; 130 Suppl: 1384-7.

17. Liuzzi JP, Blanchard RK, Cousins RJ. Differential regulation of zinc transporter 1, 2 and 4 mRNA expression by dietary zinc in rats. *J Nutr* 2001; 131:46-52.
18. Michalczyk AA, Allen J, Blomeley RC, Ackland ML. Constitutive expression of hZnT4 zinc transporter in human breast epithelial cells. *Biochem J* 2002; 364:105-13.
19. Sekler I, Moran A, Hershfinkel M, Dori A, Margulis A, Birenzweig N, *et al.* Distribution of the zinc transporter ZnT-1 in comparison with chelatable zinc in the mouse brain. *J Comp Neurol* 2002; 447(3):201-9.
20. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University; 1990. p.543-53.
21. Fairweather-Tait SJ. Zinc in human nutrition. *Nutr Res Rev* 1988; 1:23-37.
22. Bray TM, Better WJ. The physiological role of zinc as an antioxidant. *Free Radical Biol Med* 1990; 8:281-91.
23. Hasanoglu E, Altan N, Sindel S, Ongun CO, Bali M, Altintas E. The relationship between erythrocyte superoxide dismutase activity and plasma levels of some trace elements (Al, Cu, Zn) of dialysis patients. *Gen Pharmacol* 1994; 25(1):107-10.
24. Powell SR. The antioxidant properties of zinc. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1447-54.
25. MacDonald RS. The role of zinc in growth and cell proliferation. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1500-8.
26. Ezaki O. Lib group metal ions (Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+}) stimulate glucose transport activity by post-insulin receptor kinase mechanism in rat adipocytes. *J Biol Chem* 1989; 264:16118-22.
27. Disilvestro RA. Zinc in relation to diabetes and oxidative disease. *J Nutr* 2000; 130 Suppl: 1509-11.
28. Mafra D, Cozzolino SMF. Avaliação do estado nutricional relativo ao zinco em pacientes com insuficiência renal crônica [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 1999.
29. Mafra D, Cozzolino SMF. Zinco protoporfirina como parâmetro de deficiência de ferro na insuficiência renal crônica. *J Bras Nefrol* 2000; 22:52-6.
30. Mafra D, Cuppari L, Cozzolino SMF. Iron and zinc status of patients with chronic renal failure who are not on dialysis. *J Renal Nutr* 2002; 12: 38-41.
31. Cunningham BC, Bass S, Fuh G, Wells JA. Zinc mediation of binding of human growth hormone to the human prolactin receptor. *Science* 1990; 250:1709-13.
32. Mocchegiani E, Muzzioli M. Therapeutic application of zinc in human immunodeficiency virus against opportunistic infections. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1424-31.
33. Baum MK, Posner-Shor G, Campa A. Zinc status in human immunodeficiency virus infection. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1421-3.
34. Beck FWJ, Kaplan J, Fine N, Hadschu W, Prasad AS. Decreases expression of CD73 (ecto-5'-nucleotidase) in the CD8+ subset is associated with zinc deficiency in human patients. *J Lab Clin Med* 1997; 130:147-56.
35. Sandstead HH, Alcock NW. Zinc: an essential and unheralded nutrient. *J Lab Clin Med* 1997; 130:116-8.
36. Fraker PJ, King LE, Laakko T, Vollmer TL. The dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. *J Nutr* 2000; 130 Suppl: 1399-406.
37. Rink L, Kirchner H. Zinc-Altered immune function and cytokine production. *J Nutr* 2000; 130: 1407-11.
38. Frederickson CJ, Suh SW, Silva D, Frederickson CJ, Thompson RB. Importance of zinc in the central nervous system: the zinc-containing neuron. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1471-83.
39. Bhatnagar S, Taneja S. Zinc and cognitive development. *Br J Nutr* 2001; 85:139-45.
40. Christian P, West KP. Interactions between zinc and vitamin A: an update. *Am J Clin Nutr* 1998; 68 Suppl:235-41.

41. Peczkowska M, Kabat M, Janaszek-Sitkowska H, Pulawska M. Evaluation of selected parameters of zinc metabolism in patients with primary hypertension. *Pol Arch Med Wewn* 1996; 95(3):198-204.
42. Stallard L, Reeves PG. Zinc deficiency in adults rats reduces the relative abundance of testis-specific angiotensin-converting enzyme mRNA. *J Nutr* 1997; 127:25-9.
43. Prasad AS. Zinc deficiency in women, infants and children. *J Am Coll Nutr* 1996; 15(2):113-20.
44. Hambidge M. Human zinc deficiency. *J Nutr* 2000; 130 Suppl:1344-9.
45. Blanchard RK, Cousins RJ. Regulation of intestinal gene expression by dietary zinc: induction of uroguanylin mRNA by zinc deficiency. *J Nutr* 2000; 130:1393-8.
46. Black RE, Sazawal S. Zinc and childhood infectious disease morbidity and mortality. *Br J Nutr* 2001; 85:125-9.
47. Strand TA, Chandry RK, Bahl R, Sharma PR, Adhikari RK, Bhandari N, *et al.* Effectiveness and efficacy of zinc for the treatment of acute diarrhea in young children. *Pediatrics* 2002; 109(5): 898-903.
48. Goto T, Komai M, Suzuki H, Furukawa Y. Long-term zinc deficiency decreases taste sensitivity in rats. *J Nutr* 2001; 130 Suppl:305-10.

Recebido para publicação em 5 de março de 2002 e aceito em 27 de fevereiro de 2003.

Antioxidantes da dieta como inibidores da nefrotoxicidade induzida pelo antitumoral cisplatina

Dietary antioxidants as inhibitors of cisplatin-induced nephrotoxicity

Lusânia Maria Gregg ANTUNES¹

Maria de Lourdes Pires BIANCHI²

RESUMO

A cisplatina é uma droga antineoplásica altamente efetiva contra vários tipos de cânceres humanos, tais como tumores do testículo e ovário, câncer da cabeça e pescoço e câncer do pulmão. Entretanto, a nefrotoxicidade é um dos principais efeitos colaterais da terapia com a cisplatina. A gravidade da nefrotoxicidade induzida pela cisplatina está relacionada com a concentração de platina nos rins. As evidências mostram que a nefrotoxicidade induzida pela cisplatina é atribuída ao dano oxidativo resultante da geração de radicais livres, e que a administração de antioxidantes é eficiente na inibição destes efeitos colaterais. Uma abordagem alternativa para proteger os roedores dos efeitos colaterais da cisplatina é o uso de conhecidos antioxidantes da dieta. Alguns estudos têm sido realizados para diminuir a peroxidação lipídica e os efeitos citotóxicos induzidos pela cisplatina, com o emprego de antioxidantes da dieta, tais como, selenito de sódio, vitaminas C e E, curcumina e o carotenóide bixina. Nós sugerimos que aqueles antioxidantes da dieta têm efeito nefroprotetor, e que os mecanismos antioxidantes destes compostos deveriam ser explorados durante a quimioterapia com a cisplatina.

Termos de indexação: cisplatina, indicadores da nefrotoxicidade, antioxidantes, ensaios de seleção de medicamentos, antitumorais, neoplasias.

ABSTRACT

Cisplatin is a highly effective antineoplastic drug used against several types of human cancers, such as testicular and ovarian tumors; head and neck; and lung cancer. However, nephrotoxicity is one of the most important side-effects of cisplatin therapy. The severity of cisplatin nephrotoxicity is related to platinum concentration in

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, Praça Manoel Terra, s/n, 38015-050, Uberaba, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.M.G. ANTUNES. E-mail: lusaantunes@yahoo.com.br

² Departamento de Análises Clínicas, Toxicológicas e Bromatológicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Av. do Café, s/n, 14040-903, Ribeirão Preto, SP, Brasil. E-mail: mdlpbian@usp.br

the kidneys. There is a growing amount of evidence that cisplatin-induced nephrotoxicity is ascribed to oxidative damage resulting from free radical generation and that the administration of antioxidants is efficient in inhibiting these side effects. An alternative approach aiming to protect rodents against cisplatin side-effects is the introduction of known dietary antioxidants. Some studies have been conducted to decrease cisplatin-induced lipid peroxidation and cytotoxic effects by using such dietary antioxidants, including sodium selenite; vitamins C and E; curcumin and the carotenoid bixin. We suggest that these dietary antioxidants have a nephroprotective effect, and that their antioxidant mechanisms should be further explored during cisplatin chemotherapy.

Index terms: cisplatin, nephrotoxicity inhibitors, antioxidants, drug screening assays, antitumor, neoplasms.

INTRODUÇÃO

A cisplatina (*cis* - diaminodicloroplatina II) foi sintetizada pela primeira vez em 1845, sendo constituída por um complexo de metal pesado, com dois átomos de cloro e duas moléculas de amônia na posição *cis* e tem sido considerada como a principal representante de uma classe de potentes agentes antineoplásicos, os complexos coordenados de platina (Figura 1). Este antineoplásico é efetivo na quimioterapia quando administrado por via intraperitoneal ou intravenosa. A cisplatina tem apresentado potencial terapêutico em grande variedade de neoplasias humanas e de animais, principalmente no tratamento dos tumores do testículo, do ovário, nos melanomas malignos, tumores da cabeça e do pescoço e nos carcinomas da bexiga e do pulmão¹. A cisplatina pode reagir com muitas estruturas celulares e moléculas, tais como membranas, proteínas e RNA, mas o alvo principal é o DNA.

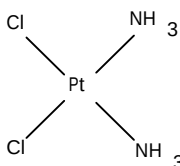


Figura 1. Fórmula estrutural da Cisplatina.

A NEFROTOXICIDADE DA CISPLATINA

A cisplatina é um dos agentes antineoplásicos mais eficazes no tratamento de

vários tipos de tumores. Contudo, a sua utilidade clínica está limitada devido ao surgimento de efeitos colaterais. Estes efeitos colaterais são náusea e vômito, hipomagnesemia, supressão da medula óssea, ototoxicidade, entretanto, o principal é a nefrotoxicidade¹.

Os efeitos adversos da cisplatina são atribuídos às alterações das funções renais, especialmente na indução de danos nos túbulos proximais. Estes danos causam uma diminuição na capacidade de filtração do rim com o conseqüente decréscimo do *clearance* da creatinina¹. Além disso, a nefrotoxicidade provocada pela cisplatina é caracterizada por alterações morfológicas, bioquímicas e funcionais. A ação da cisplatina sobre as funções renais tem sido extensivamente investigada em sistema de mamíferos. Nos ratos, a nefrotoxicidade induzida por este antineoplásico apresenta características semelhantes às aquelas observadas nos seres humanos².

A administração de uma única dose intraperitoneal de cisplatina (6mg/kg p.c.) induziu necrose dos túbulos proximais e distais nos rins dos ratos tratados com essa droga, com o pico máximo de lesões sendo observado sete dias após o tratamento. Os danos tubulares estavam localizados principalmente na região corticomedular, onde a concentração de platina no rim era mais alta. Tratamentos crônicos com a cisplatina (1mg/kg p.c.) durante onze semanas resultaram em dilatação tubular, fibrose intersticial e outros danos renais irreversíveis³.

Nas últimas décadas, evidências experimentais indicam que os metabólitos reativos de oxigênio, tais como o superóxido (O_2^-), o radical hidroxil ($OH^\bullet$) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), são importantes mediadores de danos em diversos tecidos e órgãos, inclusive o rim. As espécies reativas de oxigênio (*reactive oxygen species* - ROS) têm sido implicadas no dano glomerular, na falha renal aguda e nas doenças tubulares⁴. A irradiação do rim leva a redução progressiva da função, associada com a fibrose tubular. Estas alterações podem ser provocadas pelas ROS, resultantes do estresse oxidativo crônico gerado pela irradiação local⁵.

Estes radicais podem ser gerados no citoplasma, na mitocôndria ou no núcleo das células. A concentração intracelular de radicais livres pode ser aumentada pela maior geração desses radicais ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes. A aceitação de que os radicais livres são responsáveis pela indução de várias patologias renais está apoiada em duas linhas de evidências experimentais: pela detecção de produtos resultantes dos danos oxidativos nos tecidos renais e na urina ou pela demonstração experimental dos efeitos protetores de agentes que inibem a geração de radicais livres nos rins⁴.

O mecanismo pelo qual os compostos de platina induzem danos nas células renais ainda não está completamente esclarecido. Entretanto, a produção de radicais livres de oxigênio nas células tubulares dos rins, tem sido considerada um processo patológico importante na nefrotoxicidade provocada pela cisplatina.

Alguns autores têm sugerido que o estresse oxidativo induzido pela cisplatina nos rins está associado com a toxicidade deste antineoplásico e que a peroxidação dos lipídios é um dos mecanismos envolvidos na sua nefrotoxicidade⁶. Sadzuka *et al.* (1992)⁷, observaram que a atividade das enzimas antioxidantes catalase, glutatona peroxidase e da glutatona S-transferase estava significativamente decrescida no rim e no fígado de ratos seis dias após a administração de uma única dose de cisplatina. Os autores

propuseram que o aumento na peroxidação dos lipídios observado no rim dos animais tratados poderia ser devido, então, a redução da atividade das enzimas que protegem os tecidos renais do ataque dos radicais livres.

Estudos mostraram que as mitocôndrias das células renais são um alvo susceptível aos danos induzidos pelos radicais livres, apresentando alterações funcionais significativas após o tratamento com a cisplatina⁸. As mitocôndrias podem ser afetadas pelos danos oxidativos por meio do decréscimo da glutatona mitocondrial, que é determinante dos eventos críticos iniciais que levam à peroxidação dos lipídios e subsequente toxicidade renal causada por este antineoplásico.

Os resultados de estudos *in vivo* indicaram que a nefrotoxicidade da cisplatina em ratos estava associada à peroxidação lipídica e que, a administração de sequestradores de radicais livres, como o dimetiltiouréia e superóxido dismutase, diminuiu a nefrotoxicidade da cisplatina, atenuou os danos tubulares e preservou o fluxo sanguíneo renal⁹. Baliga *et al.*¹⁰, realizaram estudos *in vitro* e *in vivo* para avaliar a função do ferro na nefrotoxicidade induzida pela cisplatina, por este participar como catalisador da geração de radicais $OH^\bullet$ via reação de Haber-Weiss. No modelo *in vitro* foram utilizadas células do túbulo proximal renal, enquanto no modelo *in vivo* avaliaram a falência renal aguda em ratos. Nestas análises verificaram que os quelantes deferroxamine e 1,10-fenantrolina reduziram a citotoxicidade e a nefrotoxicidade induzidas por este antineoplásico, danos estes produzidos pela formação dos radicais $OH^\bullet$.

AGENTES INIBIDORES DA NEFROTOXICIDADE

Existem vários compostos que fornecem proteção sobre os danos induzidos pelas ROS. Por exemplo, o O_2^- pode ser sequestrado pela superóxido dismutase, o H_2O_2 pode ser degradado pela catalase e glutatona peroxidase, resultando

na formação de água. Entre os seqüestradores do $\text{OH}^\bullet$ estão a dimetiltiouréia, o manitol e o etanol⁴.

A administração de agentes antioxidantes, capazes de seqüestrarem os radicais livres de oxigênio, tem resultado em efeito protetor sobre os danos oxidativos induzidos pela cisplatina nas células renais de ratos expostos *in vivo* e *in vitro*⁶. O Quadro 1 mostra alguns agentes protetores que foram selecionados ou desenvolvidos e estão sendo avaliados quanto à capacidade de amenizar as alterações provocadas pela cisplatina nos rins de roedores.

Os microsossomos renais isolados de ratos tratados com a cisplatina apresentaram um aumento na susceptibilidade da peroxidação dos lipídios, em paralelo com as alterações no peso corporal e no peso dos rins dos animais, além do aumento dos níveis de creatinina no plasma. O pré-tratamento desses animais com o agente antioxidante N,N'-difetil-p-fenilenediamina inibiu a peroxidação dos lipídios induzida pela cisplatina *in vivo* e *in vitro*¹¹.

Zhang & Lindup¹² observaram que o tratamento com a tiopronina, um composto que contém o grupo sulfidril, foi capaz de inibir completamente a peroxidação dos lipídios e a redução dos níveis de glutathione nas células renais de ratos expostos à cisplatina *in vitro*. Esses autores também verificaram que o dithiothreitol impediu a inibição da atividade da proteína quinase C nas mitocôndrias das células renais expostas a esse agente antitumoral. O pré-tratamento com a silibinina, um flavonóide com propriedades antioxidantes, também resultou em efeito protetor sobre a nefrotoxicidade induzida nos ratos tratados

intravenosamente com a dose de 5mg/kg de cisplatina, quando os parâmetros analisados foram o "clearance" da creatinina e os níveis da uréia no plasma¹³. Tokunaga *et al.*¹⁴ também verificaram que o N-benzoil protegeu os ratos dos danos renais provocados por esse agente antitumoral, por meio da inibição das alterações no peso corporal e dos rins e da manutenção dos níveis normais de creatinina no plasma.

Rodrigo & Rivera¹⁵, verificaram que o rim é um órgão vulnerável aos danos causados pelas ROS, provavelmente devido à grande quantidade de ácidos graxos polinsaturados na composição dos lipídios renais. Estes autores encontraram uma redução dos danos renais induzidos em ratos pelas ROS, após uma administração crônica de vinho. O efeito protetor foi atribuído aos polifenóis presentes no vinho, que têm a capacidade de seqüestrar radicais livres e quelar metais, e ao etanol como modulador da atividade das enzimas antioxidantes.

Para o uso clínico de agentes quimioprotetores na prevenção da nefrotoxicidade induzida pelo antitumoral cisplatina nos seres humanos, não somente a capacidade de proteção desses agentes deve ser comprovada, mas também deve ser investigada a ausência de interferência do agente protetor sobre a atividade do agente antineoplásico. Os agentes antioxidantes encontrados naturalmente na dieta têm recebido prioridade nas pesquisas que buscam identificar agentes quimioprotetores porque apresentam a capacidade de seqüestrar os radicais livres, inibir a peroxidação lipídica, induzir as enzimas metabolizadoras da fase II e manter os níveis de glutathione.

Quadro 1. Efeitos de agentes antioxidantes sobre a nefrotoxicidade e peroxidação lipídica induzidas pelo antitumoral cisplatina em modelos animais.

Antioxidantes	Sistema-Teste	Resultados	Referências
N,N'-difetil-p-fenilenediamina	Linhagens celulares	Proteção	Hanneman & Baumann ¹¹
Tiopronina	Linhagens celulares	Proteção	Zhang & Lindup ¹²
Silibinina	Ratos	Proteção	Bokemeyer <i>et al.</i> ¹³
N-benzoil	Ratos	Proteção	Tokunaga <i>et al.</i> ¹⁴

As evidências obtidas *in vivo* e *in vitro* têm mostrado que os efeitos secundários da quimioterapia são mediados pelas ROS. Weijl *et al.*¹⁶ observaram que a quimioterapia com cisplatina provoca uma redução nos níveis de antioxidantes plasmáticos dos pacientes, comprovando que há a produção de ROS durante o tratamento. A administração de antioxidantes não parece interferir no efeito antitumoral dos antineoplásicos, pois estes fármacos eliminam as células cancerosas por meio de outros mecanismos celulares que não envolvem a ação das ROS. Portanto, os antioxidantes da dieta poderiam atuar como quimioprotetores, prevenindo contra os efeitos colaterais das ROS e o desenvolvimento de cânceres secundários, relacionados com as mutações induzidas pelo estresse oxidativo no DNA¹⁷.

peroxidação lipídica induzidas pela cisplatina em ratos também foi avaliada (Quadro 2).

A glutamina é o aminoácido mais abundante no conjunto de aminoácidos e estudos recentes mostram a sua importância em muitas situações clínicas. Uma das propriedades importantes deste aminoácido é o seu papel crítico na síntese de glutathione. O pré-tratamento com uma única dose oral de glutamina (300mg/kg p.c.) inibiu significativamente a peroxidação lipídica induzida sete dias após a injeção de cisplatina, além de manter os níveis de glutathione renal. Contudo, a glutamina não inibiu as alterações induzidas pela cisplatina nos outros biomarcadores da nefrotoxicidade¹⁹.

CORANTES PARA ALIMENTOS

AMINOÁCIDOS

Recentemente, o possível efeito de aminoácidos sobre a nefrotoxicidade e toxicidade da cisplatina foi investigado por Kroning *et al.*¹⁸. Os autores observaram que o tratamento de linhagens de células epiteliais renais com os aminoácidos metionina, DL-homocisteína e N-acetilcisteína foram eficientes na inibição da citotoxicidade da cisplatina. A modulação do aminoácido glutamina sobre a nefrotoxicidade e

Um grande número de produtos naturais e componentes da dieta tem sido avaliados quanto ao seu potencial antioxidante. A curcumina é um corante para alimentos, extraído da *Curcuma longa*, que possui propriedades terapêuticas, antioxidantes e anticarcinogênica. A administração oral de curcumina (8mg/kg p.c.) em ratos Wistar reduziu moderadamente a depleção da glutathione renal e a peroxidação de lipídios renais induzidas pela cisplatina (Quadro 2). Em ratos, a curcumina

Quadro 2. Efeito dos agentes antioxidantes da dieta sobre a nefrotoxicidade do antitumoral cisplatina em modelos animais.

Antioxidantes	Sistema-Teste	Resultados	Referências
Bixina	Ratos	Proteção	Silva <i>et al.</i> ²²
Curcumina	Ratos	Proteção parcial	Antunes <i>et al.</i> ²⁰
Glutamina	Ratos	Proteção parcial	Mora <i>et al.</i> ¹⁹
Selenito de sódio	Camundongos	Proteção	Baldew <i>et al.</i> ²³
Selenito de sódio	Camundongo	Proteção	Shenberg <i>et al.</i> ²⁴
Selenito de sódio	Ratos	Proteção parcial	Camargo <i>et al.</i> ²⁵
Selenito de sódio	Ratos	Proteção parcial	Francescato <i>et al.</i> ²⁶
Selenito de sódio	Ratos	Sem proteção	Antunes <i>et al.</i> ²⁰
Vitamina C	Ratos	Proteção	Antunes <i>et al.</i> ²⁸
Vitamina E	Ratos jovens e adultos	Proteção	Appenroth <i>et al.</i> ²⁷
Vitaminas C e E	Ratos jovens e adultos	Proteção	Appenroth <i>et al.</i> ²⁷

não foi efetiva na proteção da manutenção das taxas de filtração glomerular, redução do peso corpóreo e do aumento do volume urinário causados pela cisplatina²⁰. Entretanto, a curcumina inibiu os danos induzidos pelo estresse oxidativo em linhagens de células renais LLC-PK1²¹.

Estudos em animais têm mostrado o potencial anticarcinogênico dos carotenóides da dieta, e sua capacidade de seqüestrar os radicais livres, causadores do estresse oxidativo. A bixina é um carotenóide usado como corante para alimentos extraído do urucun (*Bixa orellana*). A bixina é um potente inibidor da peroxidação lipídica e foi avaliada em um modelo de nefrotoxicidade induzida pela cisplatina em ratos. A administração oral de bixina, testada em duas doses diferentes (2,5 ou 5,0mg/kg p.c.) inibiu de forma significativa a peroxidação lipídica e a depleção de glutathiona renal induzidas pela cisplatina em animais sacrificados 24h após a injeção do antitumoral²². Desde que o tratamento somente com a bixina foi seguro nas condições experimentais utilizadas, os resultados sugerem que a bixina pode ter aplicações futuras na clínica como agente nefroprotetor.

SELÊNIO

Os resultados obtidos com o selênio na proteção da nefrotoxicidade da cisplatina são contraditórios e podem ser justificados pelas diferentes vias de administração usadas. Baldew *et al.*²³ mostraram que o pré-tratamento intravenoso com o selenito de sódio inibiu o aumento dos níveis de creatinina no plasma e reduziu as lesões morfológicas provocadas pela cisplatina nos rins de ratos e de camundongos BALB/c. Esse efeito protetor do selenito sobre os danos induzidos pela cisplatina nas células renais de camundongos também foi comprovado pelos estudos de Shenberg *et al.*²⁴.

Camargo *et al.*²⁵ encontraram uma proteção parcial sobre a deterioração da função renal induzida em ratos pela cisplatina com a administração oral de selenito de sódio, com menor

decréscimo do *clearance* de creatinina. O pré-tratamento com duas doses de selenito de sódio (2mg/kg p.c.), seguido de sua administração por sete dias, decresceu a peroxidação lipídica induzida pela cisplatina no tecido renal, mas não afetou o nível de glutathiona renal, o aumento do volume de excreção urinária e a perda de peso provocados pela injeção do antitumoral²⁶. Em outro estudo, nos ratos tratados com cisplatina e sacrificados três dias após a injeção do antitumoral, o selenito de sódio (1mg/kg p.c.) não foi capaz de inibir significativamente a nefrotoxicidade da cisplatina²⁰.

VITAMINAS C e E

O efeito da vitamina E sobre a nefrotoxicidade da cisplatina foi investigado em ratos jovens (10 dias após o nascimento) e adultos (55 dias após o nascimento) pela determinação do volume urinário, excreção de proteína e peroxidação lipídica do tecido renal. O tratamento com a cisplatina resultou em diminuição da concentração de vitamina E no tecido renal, que foi inibida pelo pré-tratamento de ambos os grupos de ratos com vitamina E, 12 horas antes da injeção do antitumoral. O pré-tratamento com esta vitamina reduziu significativamente a peroxidação dos lipídios induzida pela cisplatina e também inibiu a perda de peso corpóreo causada pelo antitumoral²⁷.

Contudo, no experimento descrito acima, os autores observaram a falha da vitamina E na proteção da nefrotoxicidade da cisplatina quando os ratos adultos receberam uma segunda dose desta vitamina. A justificativa para este resultado indesejável foi o possível efeito pró-oxidante da vitamina E. O pré-tratamento dos ratos adultos com a combinação das vitaminas C e E resultou no aumento da nefroproteção quando comparados aos animais que receberam apenas uma única dose de vitamina E e a injeção de cisplatina²⁷.

O efeito de três doses de vitamina C (50, 100, ou 200mg/kg p.c.) também foi investigado

em ratos Wistar sacrificados sete dias após a administração de cisplatina. O tratamento com o antitumoral resultou em perda de peso corpóreo, aumento do volume urinário, depleção de glutathiona e peroxidação lipídica no tecido renal e redução do *clearance* de creatinina. Os níveis de glutathiona renal e o *clearance* de creatinina nos animais tratados com a vitamina C, 10 minutos antes da injeção de cisplatina, foram próximos aos observados nos animais do grupo controle. As maiores doses de vitamina C foram capazes de reduzir significativamente a peroxidação lipídica no tecido renal induzido pela cisplatina. A proteção da vitamina C sobre a nefrotoxicidade da cisplatina foi dose-dependente, sugerindo que a suplementação com antioxidantes da dieta poderia manter a integridade dos lipídios renais durante o estresse oxidativo causado pela quimioterapia com cisplatina²⁸.

CONCLUSÃO

Existem poucos trabalhos na literatura sobre a modulação dos antioxidantes da dieta na nefrotoxicidade do antitumoral cisplatina. Entre os antioxidantes investigados destacam-se as vitaminas C e E e o selênio. Os outros antioxidantes da dieta testados mostraram proteção parcial sobre os biomarcadores da nefrotoxicidade. Contudo, muitas vezes apenas o tratamento agudo e uma única rota de administração foram utilizados. Muitos estudos ainda são necessários neste campo.

A dieta exhibe, portanto, a capacidade para modular os danos oxidativos induzidos em órgãos específicos durante a quimioterapia, sendo importante o planejamento futuro de estratégias racionais para a administração destes antioxidantes da dieta como possíveis adjuvantes no tratamento do câncer.

REFERÊNCIAS

1. Rosenberg B. Fundamental studies with cisplatin. *Cancer* 1985; 55(15):2303-15.
2. Jones TW, Chopra S, Kaufman JS, Flamenbaun W, Trump B. Cis-diamminedichloroplatinum(II) induced renal failure in the rat. Correlation of structural and functional alterations. *Lab Invest* 1985; 52(2):363-74.
3. Choie DD, Longnecker DS, Del Campo A. Acute and chronic cisplatin nephropathy in rats. *Lab Invest* 1981; 44(5):397-402.
4. Klahr S. Oxygen radicals and renal diseases. *Miner Electrolyte Metab* 1997; 23(3):140-3.
5. Robbins ME, Zhao W, Davis CS, Toyokuni S, Bonsib SM. Radiation-induced kidney injury: a role for chronic oxidative stress? *Micron* 2002; 33(2): 133-41.
6. Sugihara K, Gemba M. Modification of cisplatin toxicity by antioxidants. *J Pharmacol* 1986; 40(2):353-5.
7. Sadzuka Y, Shoji T, Takino Y. Effect of cisplatin on the activities of enzymes which protect against lipid peroxidation. *Biochem Pharmacol* 1992; 43(10): 1873-5.
8. Sugiyama S, Hayakawa M, Kato T, Hanaki Y, Kazuyuki S, Ozawa T. Adverse effects of anti-tumor drug cisplatin on rat kidney mitochondria: disturbances in glutathione peroxidase activity. *Biochem Biophys Res Commu* 1989; 159(9): 1121-7.
9. Matsushima H, Yonemura K, Ohishi K, Hishida A. The role of oxygen free radicals in cisplatin-induced acute renal failure in rats. *J Lab Clin Med* 1998; 131(6):518-26.
10. Baliga R, Zhang Z, Baliga M, Ueda N, Shah SV. *In vitro* and *in vivo* evidence suggesting a role for iron in cisplatin-induced nephrotoxicity. *Kidney Int* 1998; 53(5):394-401.
11. Hannemann J, Baumann K. Cisplatin-induced lipid peroxidation and decrease of gluconeogenesis in rat kidney cortex: different effects of antioxidants and radical scavengers. *Toxicol* 1988; 51(1): 119-32.
12. Zhang J-G, Lindup WE. Role of mitochondria in cisplatin-induced oxidative damage exhibited by rat renal cortical slides. *Biochem Pharmacol* 1993; 45(21):2215-22.

13. Bokemeyer C, Fels LM, Dunn T, Voigt W, Gaedeke J, Schmoll H-J, Stolte H, *et al.* Silibinin protects against cisplatin-induced nephrotoxicity without compromising cisplatin or ifosfamide anti-tumor activity. *Br J Cancer* 1996; 74(10):2036-41.
 14. Tokunaga J, Kobayashi M, Kitagawa A, Nakamura C, Arimori K, Nakano M. Protective effects of N-benzoyl amino acids on cisplatin nephrotoxicity in rats. *Biol Pharmacol Bull* 1996; 11(19):1451-6.
 15. Rodrigo R, Rivera G. Renal damage mediated by oxidative stress: a hypothesis of protective effects of red wine. *Free Rad Biol Med* 2002; 33(3): 409-22.
 16. Weijl NI, Hopman GD, Wipkink-Bakker A, Lentjes EG, Berger HM, Cleton FJ, *et al.* Cisplatin combination chemotherapy induces a fall in plasma antioxidants of cancer patients. *Ann Oncol* 1998; 9(7):131-7.
 17. Elsendoorn TJ, Weijl NI, Mithoe S, Zwinderman AH, Van Dam F, DE Zwarf FA, *et al.* Chemotherapy-induced chromosomal damage in peripheral blood lymphocytes of cancer patients supplemented with antioxidants or placebo. *Mutation Res* 2001; 498(1):145-58.
 18. Kroning R, Lichtenstein AK, Nagami GT. Sulfur-containing amino acids decrease cisplatin cytotoxicity and uptake in renal tubule epithelial cell lines. *Cancer Chemother Pharmacol* 2000; 45(1):43-9.
 19. Mora LO, Antunes LMG, Francescato HDC, Bianchi MLP. The effects of oral glutamine on cisplatin-induced lipid peroxidation and nephrotoxicity in rats. *Pharmacol Res* 2003; 47(6):517-22.
 20. Antunes LMG, Darin JDC, Bianchi MLP. Effects of the antioxidants curcumin or selenium on cisplatin-induced nephrotoxicity and lipid peroxidation in rats. *Pharmacol Res* 2001; 43(2):145-50.
 21. Cohly HH, Taylor A, Angel MF, Salahudeen AK. Effect of turmeric and curcumin on H₂O₂-induced renal epithelial (LLC-PK1) cell injury. *Free Rad Biol Med* 1998; 24(1):49-54.
 22. Silva CR, Antunes LMG, Bianchi MLP. Antioxidant action of bixin against cisplatin-induced chromosome aberrations and lipid peroxidation in rats. *Pharmacol Res* 2001; 43(6):561-6.
 23. Baldew GS, Van Den Hamer CJ, Los G, Vermeulen NPE, Goeij JJM, McVie JG. Selenium-induced protection against cis-diamminedichloroplatinum (II) nephrotoxicity in mice and rats. *Cancer Res* 1989; 49(12):3020-3.
 24. Shenberg C, Izak-Biran T, Mantel M, Rachmiel B, Weininger J, Chaitchick S. Effect of selenite on the toxicity of cis-DDP in mice: estimation of trace elements. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1989; 3(2):71-5.
 25. Camargo SMR, Francescato HDC, Lavrador MAS, Bianchi MLP. Oral administration of sodium selenite minimizes cisplatin toxicity on proximal tubules of rats. *Biol Trace Elem Res* 2001; 83(3):251-62.
 26. Francescato HDC, Costa RS, Rodrigues-Camargo SM, Zanetti MA, Lavrador MA, Bianchi MLP. Effect of oral selenium administration on cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. *Pharmacol Res* 2001; 43(1):77-82.
 27. Appenroth D, Frob S, Kersten L, Splinter F-K, Winnefeld K. Protective effects of vitamin E and C on cisplatin nephrotoxicity in developing rats. *Arch Toxicol.* 1997; 71(6):677-83.
 28. Antunes LMG, Darin JDC, Bianchi MLP. Protective effects of vitamin C against cisplatin-induced nephrotoxicity and lipid peroxidation in adult rats: a dose-dependent study. *Pharmacol Res* 2000; 41(4):405-11.
- Recebido para publicação em 2 de outubro de 2002 e aceito em 28 de abril de 2003.

Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise

Methods of body composition assessment in patients undergoing hemodialysis

Maria Ayako KAMIMURA¹

Sérgio Antônio DRAIBE²

Dirce Maria SIGULEM³

Lílian CUPPARI²

RESUMO

A avaliação da composição corporal de pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise é de suma importância para propiciar uma conduta clínica e nutricional adequada, de forma a contribuir para a redução da elevada taxa de morbidade e mortalidade observada nesta população. No entanto, fatores relacionados à doença tais como anormalidades no estado de hidratação e presença de osteodistrofia renal, podem afetar a validade das técnicas de avaliação da composição corporal de pacientes com insuficiência renal crônica. Apesar dos inúmeros métodos de análise de composição corporal existentes, a maioria apresenta limitações para utilização na prática clínica da população em hemodiálise. Este artigo tem como objetivo revisar os métodos de composição corporal de fácil aplicabilidade na rotina clínica dos pacientes em hemodiálise tais como a somatória de pregas cutâneas, a bioimpedância elétrica e a interactância do infravermelho próximo.

Termos de indexação: composição corporal, hemodiálise, somatória de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica, interactância ao infravermelho próximo.

ABSTRACT

The evaluation of body composition in chronic renal failure patients on hemodialysis is of paramount importance for an adequate clinical and nutritional intervention, so that it can contribute to reduce the high morbidity and

¹ Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina. R. Pedro de Toledo, 282, Vila Clementino, 04039-000, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.A. KAMIMURA. E-mail: m.kamimura@uol.com.br

² Disciplina de Nefrologia, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Brasil.

³ Departamento de Pediatria; Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Brasil.

mortality observed in this population. However, factors related to the disease process, such as abnormalities in the hydration status and presence of renal osteodystrophy, may affect the validity of body composition evaluation techniques in patients with chronic renal failure. Although there are a number of studies concerning body composition analysis methods, the majority presents limitations for utilization in clinical practice of the hemodialysis population. This paper aims to review the methods of body composition analysis that are easily applicable in the clinical routine of hemodialysis patients, such as the sum of skinfold thicknesses, bioelectrical impedance analysis and near-infrared interactance.

Index terms: *body composition, hemodialysis, skinfold thicknesses, bioelectrical impedance analysis, near-infrared interactance.*

INTRODUÇÃO

A desnutrição energético-protéica em pacientes com insuficiência renal crônica submetidos à hemodiálise tem sido amplamente estudada devido à sua elevada prevalência e estreita associação com a morbidade e mortalidade¹. Por outro lado, evidências de sobrepeso e obesidade nesta população vêm sendo relatadas mais recentemente. Alguns estudos sugerem que o excesso de peso, considerado um fator de risco para mortalidade em indivíduos saudáveis, apresenta uma influência positiva na sobrevida dos pacientes em hemodiálise². Frente a tais condições, a identificação dos diferentes compartimentos corporais, incluindo os estoques de proteína e gordura corporais na avaliação nutricional, é de fundamental importância na rotina clínica de pacientes submetidos à hemodiálise crônica.

O processo de hemodiálise pode levar à remoção de 1 a 4 litros de fluido no período médio de 4 horas e, dependendo do paciente e da eficiência da diálise, as alterações no volume do fluido corporal podem resultar em situações que variam desde edema e congestão pulmonar até hipotensão e desidratação³. Estas constantes variações hídricas podem tornar imprecisas as medidas da composição corporal, dificultando a avaliação e o acompanhamento do estado nutricional^{4,5}.

Apesar das inúmeras técnicas de aferição dos compartimentos corporais existentes, a maioria apresenta limitações na sua aplicação. A

identificação de uma técnica simples, de baixo custo, que não ofereça riscos e que possa medir adequadamente os compartimentos corporais seria de grande utilidade para o acompanhamento nutricional de pacientes em hemodiálise. Sendo assim, o presente artigo tem por objetivo revisar a aplicabilidade dos métodos simples de avaliação da composição corporal tais como a somatória de pregas cutâneas, a bioimpedância elétrica e a interactância do infravermelho em pacientes submetidos à hemodiálise crônica.

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PACIENTES EM HEMODIÁLISE

O estado nutricional do paciente com insuficiência renal crônica é afetado por diversas condições como a anorexia, presença de toxinas urêmicas, distúrbios gastrintestinais e alterações metabólicas⁶. Além disso, nos pacientes submetidos ao tratamento de hemodiálise, os estímulos catabólicos do procedimento dialítico *per se*, a perda de nutrientes para o dialisato e a acidose metabólica são fatores que também contribuem para o estado de desnutrição⁷, podendo levar a alterações na composição corporal. De fato, os estudos mostram que os homens em hemodiálise tendem a apresentar reduzida massa muscular e as mulheres um menor estoque de gordura corporal, quando comparados aos parâmetros antropométricos de indivíduos saudáveis⁸. Poucos estudos avaliaram prospectivamente as modificações das reservas protéicas

e de gordura corporal ao longo da terapia crônica de hemodiálise utilizando métodos de alta precisão e reprodutibilidade.

Recentemente, alguns estudos realizados com a técnica da absorptometria de Raios X de dupla energia, têm demonstrado que, no primeiro ano de tratamento hemodialítico, ocorre uma redução da massa magra corporal⁹. Visto que a massa magra é um compartimento que varia de acordo com o estado de hidratação, os autores atribuíram essa diminuição da massa magra como um reflexo da remoção gradual do fluido corporal para atingir o peso seco durante o período inicial de tratamento. Por outro lado, tem sido evidenciado, principalmente nos pacientes desnutridos, um aumento significativo de gordura corporal no primeiro ano de hemodiálise^{9,10}. Esta condição pode ocorrer mais provavelmente como resultado da redução de toxinas urêmicas circulantes e conseqüente melhora do apetite.

A manutenção de uma reserva adequada de gordura corporal é vantajosa para o paciente em hemodiálise, pois em situações de maior necessidade energética como nas infecções, nas cirurgias repetidas do acesso vascular ou no transplante renal, a gordura armazenada pode ser utilizada para suprir o déficit energético e poupar a utilização das reservas protéicas.

Avaliação da composição corporal

O modelo de dois compartimentos (massa magra e gordura corporal), na qual se baseiam muitos dos métodos de avaliação da composição corporal, assume que, assim como na gordura corporal, todos os elementos que compõem a massa magra (predominantemente água, proteínas e minerais) encontram-se nas mesmas proporções para todos os indivíduos. Este último é particularmente improvável nos pacientes com insuficiência renal crônica, que apresentam como principal conseqüência da doença, alterações hidroeletrólíticas¹¹. Além disso, a presença de osteodistrofia renal com perda da massa óssea, condição não raramente encontrada nesta

população, pode representar outra fonte de erro na avaliação dos compartimentos corporais¹². De fato, Woodrow *et al.*¹² demonstraram que a magnitude de erro das técnicas de composição corporal era mais acentuada em grupos de pacientes renais crônicos que em indivíduos saudáveis.

Os inúmeros estudos de avaliação da composição corporal em pacientes com insuficiência renal crônica mostram uma relativa variabilidade entre os diferentes métodos na avaliação dos compartimentos corporais. Este fato é esperado, mesmo na população de indivíduos saudáveis, em razão dos diferentes princípios em que se baseiam cada uma das técnicas e das equações de predição utilizadas para avaliar um componente corporal *in vivo*. Além disso, cada método apresenta diferentes níveis de precisão, acurácia, sensibilidade e reprodutibilidade, podendo comportar-se diferentemente, dependendo da população e situações clínicas específicas.

A absorptometria de Raios X de dupla energia que foi inicialmente desenvolvida para avaliar o conteúdo mineral ósseo na investigação de doenças como a osteoporose, é considerada, atualmente, um método de boa precisão e reprodutibilidade para avaliar a composição corporal¹³. Esta técnica é baseada na atenuação de raios em diferentes níveis de energia e permite realizar a mensuração corporal total e por segmentos (cabeça, tronco e membros).

O princípio básico da absorptometria é a utilização de uma fonte de Raios X com um filtro que converte um feixe de Raios X em picos fotoelétricos de baixa e alta energia que atravessam o corpo do indivíduo. A obtenção dos compartimentos corporais é feita pela medida da atenuação desses picos fotoelétricos. A principal limitação deste método está associada à incapacidade de detectar a quantidade de água contida na massa magra. Isto se deve ao fato de que os principais componentes da massa magra, as proteínas e os fluidos corporais, apresentam

coeficientes de atenuação similares, de tal forma que não são diferenciadas pela absorptometria. Sendo assim, o método da absorptometria de Raios X de dupla energia estima a água corporal total, assumindo que a mesma é equivalente à uma fração fixa de 73,2% da massa magra do indivíduo.

Erros sistemáticos poderiam ser esperados, já que a água do corpo pode variar em determinadas condições clínicas como na insuficiência renal crônica. No entanto, os estudos realizados com pacientes em hemodiálise mostram que as modificações na água corporal são detectadas pela absorptometria de Raios X de dupla energia por meio das variações ocorridas na massa magra corporal. Abrahamsen *et al.*¹⁴ avaliaram pacientes em hemodiálise nos momentos pré e pós a sessão de diálise e encontraram uma forte correlação das medidas de massa magra obtidas pela absorptometria de Raios X de dupla energia com os valores de água corporal obtidos pela variação de peso corporal ($r=0.975$, $p<0.0001$).

Apesar da necessidade de mais estudos de validação para ser aceito como método padrão ouro na avaliação da composição corporal, a absorptometria de Raios X de dupla energia vem sendo utilizada como método de referência em vários estudos comparativos de composição corporal devido a sua elevada precisão, sendo o método recomendado pelo *National Kidney Foundation*¹⁵.

A absorptometria de Raios X de dupla energia é de rápida execução, não invasiva e não necessita de nenhum preparo ou requisito especial para a execução do exame, no entanto, o método requer um local adequado, equipamento sofisticado, um avaliador treinado e apresenta custo elevado. Dessa forma, esta técnica, assim como as outras mais complexas como a tomografia computadorizada, ressonância magnética, hidrodensitometria, diluição de isótopos e contagem de potássio corporal, ficam limitadas para utilização na rotina clínica do paciente renal crônico.

SOMATÓRIA DE PREGAS CUTÂNEAS, BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DO INFAVERMELHO PRÓXIMO

Dentre as diversas técnicas de aferição dos compartimentos corporais disponíveis na rotina clínica dos serviços de hemodiálise, o tradicional método da somatória de pregas cutâneas e o método da bioimpedância elétrica têm sido adotados com maior frequência em função da praticidade, rapidez e pelo custo relativamente baixo.

Na técnica da somatória de pregas cutâneas, a composição corporal é estimada utilizando-se a somatória das pregas bicipital, tricipital, subescapular e supra-ílica, segundo a equação de Durnin e Womersley: densidade corporal = $(A-B) \cdot \log \Sigma 4$ pregas, onde A e B são coeficientes elaborados de acordo com a idade e o gênero. A partir do valor de densidade corporal, a porcentagem de gordura corporal total é determinada utilizando a fórmula de Siri: gordura corporal (%) = $4,95/\text{densidade corporal} - 4,50 \cdot 100$.

A massa corporal magra é obtida subtraindo-se a gordura corporal do peso total do indivíduo. Apesar de alguns autores referirem que as medidas dos compartimentos corporais obtidas pela somatória de pregas cutâneas podem ser influenciadas por alterações hídricas de pacientes portadores de insuficiência renal crônica¹⁴, o seu uso é favorecido por outros estudiosos¹⁶.

A bioimpedância elétrica é um método rápido e não-invasivo para estimar os compartimentos corporais, inclusive a distribuição dos fluidos corporais nos espaços intra e extracelulares³. A bioimpedância elétrica baseia-se no princípio de que os componentes corporais oferecem uma resistência diferenciada à passagem da corrente elétrica. Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido a grande quantidade de água e eletrólitos,

ou seja, apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade apresentando, portanto, elevada resistência.

Uma corrente elétrica imperceptível de 500 a 800 μ A e 50 kHz é introduzida pelos eletrodos distais e captada pelos eletrodos proximais, gerando vetores de resistência (medida de oposição pura ao fluxo de corrente elétrica através do corpo) e reactância (oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular). Assim, após identificar os níveis de resistência e reactância do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a água corporal total e, assumindo uma hidratação constante, prediz a quantidade de massa magra. Porém, se o indivíduo apresentar hiperhidratação o valor da massa magra fica superestimado¹⁷. Portanto, a alteração no estado de hidratação é a principal limitação deste método.

O uso da bioimpedância elétrica tem demonstrado eficiência na aferição dos compartimentos corporais em diversas situações clínicas como desnutrição, traumas, pré e pós operatório, doenças hepáticas, insuficiência renal, gestação e, em crianças e atletas. De fato, a bioimpedância elétrica é um método de avaliação da composição corporal altamente aceito pela comunidade científica. Porém, seus resultados podem ser afetados por fatores como a alimentação, o exercício físico e a ingestão de líquidos em períodos que antecedem a avaliação, estados de desidratação ou retenção hídrica, utilização de diuréticos e ciclo menstrual.

Em pacientes renais crônicos, alguns autores não recomendam a utilização da bioimpedância elétrica na mensuração das variações agudas de fluido corporal de pacientes em diálise e referem que este método seria útil em estudos de seguimento e não comparativos⁴. Contrariamente, outros estudiosos favorecem a sua aplicação na avaliação das mudanças hídricas agudas da diálise¹². Woodrow *et al.*¹² avaliaram a acurácia da bioimpedância elétrica para a medida

da água corporal em pacientes com insuficiência renal crônica, utilizando a diluição do óxido de deutério como referência. A bioimpedância elétrica mostrou menor precisão no grupo de pacientes renais crônicos que no grupo composto por indivíduos saudáveis. Além disso, os limites de variação foram maiores no grupo de pacientes em hemodiálise e em tratamento conservador. Os autores atribuem à variabilidade anormal na distribuição de água intra e extracelular como a causa principal da reduzida acurácia na mensuração da água corporal total destes pacientes.

Estudos mais recentes têm verificado que os valores de reactância e do ângulo de fase, derivados da bioimpedância elétrica, apresentam boa correlação com os parâmetros nutricionais e com os índices de morbidade de pacientes submetidos à hemodiálise crônica. E ainda, Guida *et al.*¹⁸ detectaram reduzidos índices de massa celular e ângulo de fase obtidos pela bioimpedância nos pacientes com sobrepeso e obesidade, sugerindo que os indivíduos submetidos à terapia crônica de hemodiálise podem estar em risco de desnutrição apesar de apresentarem valores de índice de massa corporal acima do limite de normalidade.

É atribuído uma considerável vantagem ao método da bioimpedância elétrica, quando comparada à somatória de pregas cutâneas, devido à capacidade de mensuração da água corporal e por apresentar menor erro intra e interobservador¹⁹. No entanto, a somatória de pregas cutâneas e a bioimpedância elétrica têm demonstrado resultados similares na avaliação da composição corporal de pacientes em hemodiálise^{12,20,21}.

Quando Woodrow *et al.*¹² estudaram a validade dos métodos da somatória de pregas cutâneas e da bioimpedância elétrica em pacientes com insuficiência renal crônica utilizando o método da absorptometria de Raios X de dupla energia como referência, os autores constataram que ambos os métodos mostravam valores similares e concordância com as medidas obtidas pela absorptometria de Raios X de dupla energia.

Avesani *et al.*²² e Stall *et al.*²³ observaram fortes correlações entre a somatória de pregas cutâneas ou a bioimpedância elétrica e a absorptometria de Raios X de dupla energia em pacientes com insuficiência renal crônica.

Poucos estudos conduziram uma análise comparativa de composição corporal separando os indivíduos por gênero. Stall *et al.*²³ observaram em pacientes em diálise peritoneal que a gordura corporal medida por diferentes métodos variou significativamente tanto nos homens quanto nas mulheres. Em um recente estudo com pacientes em hemodiálise, os métodos da somatória de pregas cutâneas e a bioimpedância elétrica mostraram resultados similares aos da absorptometria de Raios X de dupla energia²¹. No entanto, quando analisados separadamente por gênero, o método da bioimpedância elétrica mostrou uma tendência a subestimar as medidas de gordura corporal nos homens e a superestimar os valores nas mulheres.

A variabilidade pode ser explicada em parte pela diferença na composição corporal entre os gêneros e pelos princípios em que se baseia a técnica. As fórmulas contidas nos *softwares* do aparelho de bioimpedância elétrica estimam primariamente a água corporal total por meio dos vetores derivados e, assumindo uma constante de hidratação de 73% da massa livre de gordura, obtêm a gordura corporal. Assim, estas equações de predição resultam em uma maior margem de erro na mensuração da gordura corporal em virtude da dependência de duas medidas anteriores. E o erro pode encontrar-se mais acentuado em situações de alterações no estado hídrico que ocorre nos pacientes com insuficiência renal crônica. De fato, Woodrow *et al.*¹² mostraram que a variabilidade entre os métodos da bioimpedância elétrica e da absorptometria de Raios X de dupla energia eram maiores para a mensuração da gordura corporal que da massa livre de gordura. A somatória de pregas cutâneas mostrou-se similar à absorptometria de Raios X de dupla energia na mensuração da gordura corporal mesmo quando analisada separadamente por gênero²¹. Este último estudo sugere que a somatória de pregas cutâneas

apresenta resultados mais precisos em relação à bioimpedância elétrica na avaliação da gordura corporal de pacientes em hemodiálise e os autores enfatizam a importância de se conduzir um estudo comparativo de composição corporal por gênero.

Por fim, dentre os métodos simples de composição corporal atualmente estudados na insuficiência renal crônica, a técnica relativamente recente da interactância do infravermelho próximo vem despertando interesse por ser uma técnica simples, não-invasiva e de fácil execução²⁴. Resultados preliminares de uma pesquisa realizada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos na análise de alimentos através da espectroscopia do infravermelho, levaram ao desenvolvimento desta técnica na avaliação da composição corporal em humanos.

A interactância do infravermelho próximo baseia-se nos princípios de absorção e reflexão do raio infravermelho para avaliar indiretamente a quantidade de gordura e água corporais. O analisador usualmente utilizado é o Futrex®, aparelho portátil, composto por um mini-computador, um protetor de luz e um sensor que é apoiado sob o bíceps para a emissão da luz. A luz infravermelha penetra nos tecidos em uma profundidade de até 4cm e é refletida pelo osso de volta ao detector, sendo que os comprimentos de onda de 930nm e 970nm têm sido identificados como os picos de absorção da luz para a gordura e água, respectivamente²⁴.

Apesar deste método ter sido criticado pelo fato de levar em consideração apenas um ponto do corpo, na avaliação de várias áreas anatômicas, o bíceps mostrou a melhor correlação com o método de referência da hidrodensitometria²⁵. Entretanto, todos os estudos comparativos realizados com o método do infravermelho próximo têm demonstrado uma subestimação da gordura corporal em relação a outras técnicas de composição corporal. Elia *et al.*²⁵ avaliaram indivíduos saudáveis utilizando como método padrão a hidrodensitometria e, de fato, a interactância do infravermelho próximo mostrou

uma tendência à subestimação das medidas de gordura corporal, especialmente em indivíduos com maior reserva de tecido adiposo. Quando os autores avaliaram separadamente um grupo de mulheres com IMC > 50 kg/m², a subestimação chegava a 16%.

Outros pesquisadores relataram a subestimação dos valores de gordura em indivíduos obesos e, ainda, uma superestimação da gordura corporal em indivíduos magros²⁶. Sugere-se que a penetração profunda do feixe de luz pode ser rompida pelas camadas e irregularidades da junção gordura-músculo, principalmente em indivíduos com maior reserva de tecido adiposo.

Em pacientes submetidos à hemodiálise, os resultados obtidos pela interactância do infravermelho próximo têm mostrado uma boa correlação com a avaliação global subjetiva, medidas antropométricas, assim como com os parâmetros laboratoriais nutricionalmente relevantes tais como a albumina, a transferrina, o colesterol e a taxa de redução de uréia²⁷. Em um recente estudo longitudinal, Kalantar-Zadeh *et al.*²⁷ acompanharam 71 pacientes durante o período de um ano e concluíram que a interactância do infravermelho próximo apresenta boa reprodutibilidade e é um instrumento útil para avaliar as modificações de gordura corporal ao longo do tempo em pacientes submetidos à diálise²⁸. No entanto, os estudos citados anteriormente não utilizaram outros métodos de composição corporal para análise comparativa.

Até o momento, apenas dois estudos de composição corporal em pacientes renais crônicos incluíram o método da interactância do infravermelho próximo para comparação. Em 1994, Lo *et al.*²⁹ avaliaram a massa magra de pacientes em diálise peritoneal utilizando diferentes métodos de composição corporal, e os resultados obtidos pela interactância do infravermelho próximo mostraram-se significativamente maiores em relação à massa magra medida pelo método da contagem total de potássio utilizado como referência no estudo. Em uma recente

pesquisa incluindo 90 pacientes em hemodiálise, o método da interactância do infravermelho próximo foi comparado à somatória de pregas cutâneas e à bioimpedância elétrica para a determinação da gordura corporal³⁰. Neste único estudo em que o método do infravermelho próximo foi analisado na população em hemodiálise, os achados denotam uma subestimação das medidas de gordura corporal, confirmando os resultados obtidos em estudos com indivíduos saudáveis.

Condições como a capacidade de penetração do raio infravermelho, as características da derme e a quantidade de água corporal têm sido citados como fatores que podem afetar os resultados da interactância do infravermelho próximo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos enfocando a desnutrição energético-protéica e as situações de sobrepeso e obesidade em pacientes submetidos à hemodiálise são de extrema relevância visto a sua influência sobre a taxa de morbidade e mortalidade nesta população. A avaliação da composição corporal é imprescindível para a detecção e prevenção de tais condições e para a elucidação das consequências metabólicas decorrentes da enfermidade e do tratamento de hemodiálise crônica. Para tanto, são fundamentais a escolha de uma técnica de composição corporal adequada, o conhecimento dos princípios e das equações de predição do instrumento e uma aplicação cuidadosa. Além disso, a avaliação periódica dos compartimentos corporais dos pacientes faz-se necessária para o acompanhamento das modificações da composição corporal ao longo da terapia dialítica.

Apesar das divergências dos resultados de análise da composição corporal nos grupos de pacientes com insuficiência renal crônica, esta revisão mostra que, dentre os métodos simples de avaliação da composição corporal de pacientes

em hemodiálise, o tradicional método da somatória de pregas cutâneas parece apresentar uma vantagem visto os resultados confiáveis, além da praticidade e o baixo custo. Porém, há necessidade de mais estudos de acompanhamento que avaliem a reprodutibilidade desta técnica na população em hemodiálise.

REFERÊNCIAS

1. Qureshi AR, Alvestrand A, Divino-Filho JC, Gutierrez A, Heimbürger O, Lindholm B, *et al.* Inflammation, malnutrition, and cardiac disease as predictors of mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13:S28-S36.
2. Kopple JD, Zhu X, Lew NL, Lowrie EG. Body weight-for-height relationships predict mortality in maintenance hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999; 56:1136-48.
3. Kushner RF, De Vries PMJP, Gudivaka R. Use of bioelectrical impedance analysis measurements in the clinical management of patients undergoing dialysis. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:S503-S9.
4. Kurtin PS, Shapiro AC, Tomita H, Raizman D. Volume status and body composition of chronic dialysis patients: utility of bioelectric impedance plethysmography. *Am J Nephrol* 1990; 10:363-7.
5. Kamimura MA, Schumaker F, Agliussi RG, Baxmann A, Canziani MEF, Cuppari L, *et al.* Effect of body water changes on body composition assessed by near-infrared compared to bioelectrical impedance and skinfold thicknesses in hemodialysis patients". *Annals of the 10th International Congress on Nutrition and Metabolism in Renal Disease*; 2000; Lyon, France. France: International Society of Renal Nutrition & Metabolism; 2000. p.49.
6. Kaufmann P, Smolle KH, Horina JH, Zach R, Krejs GJ. Impact of long-term hemodialysis on nutritional status in patients with end-stage renal failure. *Clin Invest* 1994; 72:754-61.
7. Ikizler TA, Pupim LB, Brouillette JR, Levenhagen DK, Farmer K, Hakim RM, *et al.* Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002; 282:107-16.
8. Cuppari L, Draibe AS, Anção MS, Sigulem D, Sustovich DR, Ajzen H, *et al.* Avaliação nutricional em pacientes renais crônicos em programa de hemodiálise. Estudo multicêntrico. *Assoc Med Bras* 1989; 35.
9. Ishimura E, Okuno S, Kim M, Yamamoto T, Izumotani T, Ootshi T, *et al.* Increasing body fat mass in the first year of hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12:1921-6.
10. Pupim LB, Kent P, Caglar K, Shyr Yu, Hakim RM, Ikizler TA. Improvement in nutritional parameters after initiation of chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2002; 40:143-51.
11. Brennan BL, Yasumura S, Letteri JM, Cohn SH. Total body electrolyte composition and distribution of body water in uremia. *Kidney Int* 1980; 17:364-71.
12. Woodrow G, Oldroyd B, Smith MA, Turney JH. Measurement of body composition in chronic renal failure: comparison of skinfold anthropometry and bioelectrical impedance with dual energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50:295-301.
13. Mazess RB, Barden HS, Bisek JP, Hanson J. Dual-energy X-ray absorptiometry for total body and regional bone mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr* 1990; 51:1106-12.
14. Abrahamsen B, Hansen TB, Hogsberg IM, Pedersen FB, Beck-Nielsen H. Impact of hemodialysis on dual X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and antropometry. *Am J Clin Nutr* 1996; 63:80-6.
15. National Kidney Foundation: DOQI Kidney Disease Outcomes Quality Initiative Clinical Practice Guidelines for Nutrition in Chronic Renal Failure. *Am J Kidney Dis* 2000; 35(Suppl 2):34-5.
16. Nelson EE. Anthropometry in the nutritional assessment of adults with end-stage renal disease. *J Renal Nutr* 1991; 1(4):162-72.
17. De Lorenzo A, Barra PFA, Sasso GF, Battistini NC, Deureberg P. Body impedance measurements during dialysis. *Eur J Clin Nutr* 1991; 45:321-5.

18. Guida B, De Nicola L, Pecoraro P, Trio R, Di Paola F, Iodice C, *et al.* Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *Int J Obes* 2001; 25:265-72.
 19. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986; 60:1327-32.
 20. Oe B, De Fijter CWH, Oe PL, Stevens P, De Vries PMJM. Four-sites skinfold anthropometry (FSA) versus body impedance analysis (BIA) in assessing nutritional status of patients on maintenance hemodialysis: which method is to be preferred in routine patient care? *Clin Nephrol* 1998; 49(3):180-5.
 21. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, Canziani MEF, Draibe SA, Cuppari L. Comparison of skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat in patients on long-term hemodialysis therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18(1):101-5.
 22. Avesani CM, Cuppari L, Ventura RTP, Cendoroglo M, Draibe SA. Comparison of body composition assessed by three methods in nondialyzed chronic renal failure patients. *Annals of the 10th International Congress on Nutrition and Metabolism in Renal Disease*; 2000; Lyon, France. France: International Society of Renal Nutrition & Metabolism; 2000. p.60.
 23. Stall SH, Ginsberg NS, De Vita MV, Zabetakis PM, Lynn RI, Gleim GW, *et al.* Comparison of five body-composition methods in peritoneal dialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:125-30.
 24. Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr* 1984; 40:1123-30.
 25. Elia M, Parkinson SA, Diaz E. Evaluation of near infra-red interactance as a method for predicting body composition. *Eur J Clin Nutr* 1990; 44: 113-21.
 26. Brooke-Wavell K, Jones PRM, Norgan NG, Hardman AE. Evaluation of near infra-red interactance for assessment of subcutaneous and total body fat. *Eur J Clin Nutr* 1995; 49:57-65.
 27. Kalantar-Zadeh K, Dunne E, Nixon K, Kahn K, Lee GH, Kleiner M, *et al.* Near infra-red interactance for nutritional assessment of dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14:169-75.
 28. Kalantar-Zadeh K, Block G, Kelly MP, Schroepfer C, Rodriguez RA, Humphreys MH. Near Infra-Red Interactance for Longitudinal Assessment of Nutrition in Dialysis Patients. *J Renal Nutr* 2001; 11:23-31.
 29. Lo W, Prowant BF, Moore HL, Gamboa SB, Nolph KD, Flynn MA, *et al.* Comparison of different measurements of lean body mass in normal individuals and in chronic peritoneal dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1994; 23:74-85.
 30. Kamimura MA, Santos NSJ, Avesani CM, Canziani MEF, Draibe SA, Cuppari L. Comparison of simple methods for the determination of body fat in patients on long-term hemodialysis therapy. *J Am Diet Assoc* 2003; 103(2):195-9.
- Recebido para publicação em 22 de outubro de 2002 e aceito em 8 de maio de 2003.

Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais

Effects of supplementation and food fortification on mineral bioavailability

Adriana Soares LOBO¹

Vera Lúcia Cardoso TRAMONTE²

RESUMO

Estratégias de prevenção e combate a algumas deficiências nutricionais, como a anemia e a osteoporose, incluem a fortificação de alimentos e o uso de suplementação com minerais em populações de risco. Entretanto, interações com outros minerais podem ocorrer e comprometer o estado de saúde do indivíduo. Este artigo teve por objetivo rever algumas das interações que podem ocorrer entre minerais quando da suplementação ou fortificação de alimentos. A suplementação de cálcio parece estar relacionada a uma diminuição da absorção do zinco, fósforo e ferro. Por sua vez, o excesso de ferro pode comprometer a absorção e utilização do zinco, especialmente quando em formulações antianêmicas. Apesar dos resultados de alguns estudos serem controversos, a suplementação de minerais ou a fortificação de alimentos devem ser cuidadosas a fim de não ocasionar outras deficiências nutricionais.

Termos de indexação: biodisponibilidade biológica, minerais, suplementação, alimentos fortificados.

ABSTRACT

Strategies for the prevention and control of some nutritional deficiencies, such as anemia and osteoporosis, include food fortification and the use of mineral supplements for at-risk populations. Nevertheless, interactions among minerals may occur and jeopardize the health status of subjects. The objective of this study was to review some possible interactions among minerals when supplementation and food fortification are used. *Calcium supplements seem to be related to reduce zinc, phosphorus and iron absorption. In addition, iron excess can decrease zinc absorption and utilization, especially in antianemic formulas. Although several studies have shown controversial outcomes, mineral supplementation and food fortification must be carefully monitored, in order to avoid promoting other nutritional deficiencies.*

Index terms: biological availability, minerals, supplementary, food, fortified.

¹ Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário, Caixa Postal 476, 88040-900, Santa Catarina, SC, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.S. LOBO. E-mail: adrilobo@bol.com.br

² Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. E-mail: veratramonte@ig.com.br

INTRODUÇÃO

Os minerais são elementos inorgânicos amplamente distribuídos na natureza e que, no organismo, desempenham uma variedade expressiva de funções metabólicas que incluem ativação, regulação, transmissão e controle¹.

Uma melhor quantificação destes elementos em alimentos e fluidos biológicos, assim como o conhecimento dos mecanismos através dos quais exercem suas funções no organismo, só foram possíveis através do desenvolvimento de técnicas mais sensíveis e precisas que ocorreram a partir da década de setenta².

Recentemente, com os estudos sobre biodisponibilidade, permitiu-se saber que o metabolismo dos minerais não pode ser considerado de maneira isolada. Fatores fisiológicos e nutricionais podem interferir na absorção, no transporte e no armazenamento, com subsequente aumento da suscetibilidade à deficiência ou toxicidade³.

Um dos fatores que interferem na biodisponibilidade dos minerais diz respeito às interações que ocorrem entre os mesmos^{2,3}. De acordo com Couzi *et al.*⁴, as interações entre minerais podem ocorrer de forma direta ou indireta. As interações diretas são geralmente fenômenos competitivos que ocorrem durante a absorção intestinal ou utilização tecidual, enquanto que as indiretas ocorrem quando um mineral está envolvido no metabolismo do outro, de modo que a deficiência de um acarreta num prejuízo de função do outro.

Apesar do conhecimento ainda ser limitado, algumas interações parecem estar bem estabelecidas e, sob algumas circunstâncias, podem ter implicações profundas na saúde humana⁴.

Como estratégias de combate a algumas deficiências nutricionais inclui-se a fortificação de alimentos com minerais e mesmo o uso de suplementação, em populações de risco. As possíveis interações entre estes micronutrientes devem ser consideradas a fim de não compro-

meter o estado de saúde com relação a um outro mineral. Desta forma, pretende-se com este artigo rever algumas das interações que podem ocorrer entre minerais quando da suplementação ou fortificação de alimentos.

Suplementação e fortificação de alimentos com cálcio

Devido a relação entre deficiência de cálcio e osteoporose, a suplementação deste macromineral tem sido utilizada em mulheres adultas com vistas a minimizar perdas ósseas associadas à idade e ao desenvolvimento da osteoporose⁵. Da mesma forma, produtos alimentícios têm sido fortificados com cálcio, especialmente leite e produtos à base de leite⁶.

Entretanto, um potencial efeito adverso do cálcio quando oferecido com a refeição é a diminuição na absorção de minerais traços⁵. Ingestões elevadas de cálcio podem conduzir a uma diminuição na absorção de ferro^{5,7-9}, fósforo¹⁰⁻¹² e zinco^{6,12}.

Cálcio versus ferro

Os efeitos da suplementação de cálcio sobre a absorção do ferro têm sido documentados em alguns estudos. Dawson-Hughes *et al.*⁵ verificaram os efeitos da suplementação de 500mg de cálcio elementar (carbonato de cálcio e hidroxapatita) sobre a absorção de 3,6mg de ferro não-heme em mulheres pós-menopausa. Os mesmos observaram uma redução de 50% a 60% na absorção do ferro de uma refeição (café da manhã) marcada extrinsecamente com ⁵⁹Fe, contendo também 227mg de cálcio.

Da mesma forma, Cook *et al.*⁷ observaram uma redução na absorção do ferro não-heme de uma refeição composta por hambúrguer quando da suplementação de 600mg de cálcio na forma de citrato de cálcio ou fosfato de cálcio. Na forma de carbonato de cálcio não houve redução na absorção.

A suplementação com diferentes doses de cálcio foi estudada por Hallberg *et al.*⁹ em adultos. Para tal, os autores utilizaram uma refeição teste (espécie de pão à base de farinha de trigo com manteiga) marcada com ⁵⁵Fe e ⁵⁹Fe. As diferentes quantidades de cálcio na forma de cloridrato de cálcio (40, 75, 165, 300 e 600mg) foram adicionadas em duas diferentes séries: no preparo da massa da refeição, antes ou após do seu cozimento. Segundo Hallberg *et al.*⁹, acima de 300mg, a inibição era diretamente relacionada a dose. Apesar da adição do cálcio antes do cozimento ter reduzido a fermentação do fitato, o que poderia ter interferido na absorção do ferro, sua absorção também foi significativamente diminuída quando o cálcio foi adicionado na refeição pronta, que continha pequena quantidade de fitato.

No mesmo estudo, os autores observaram que a absorção do ferro heme de uma refeição com hambúrguer foi marcadamente diminuída com 165mg de cálcio, sugerindo que o efeito do cálcio estaria relacionado a uma transferência de ferro na mucosa. Estes dados atentam para a importância de não se oferecer os suplementos de cálcio juntamente com as refeições que contenham ferro.

Neste sentido, Gleerup *et al.*⁸ procuraram verificar a possibilidade de diminuir a inibição do ferro não-heme pelo cálcio pela diminuição deste último no almoço e no jantar, haja vista que estas são as refeições em que normalmente são fornecidas as maiores quantidades de ferro durante o dia. Desta forma, 937mg de cálcio foram oferecidos diariamente a 21 mulheres em diferentes horários de ingestão. Ao final do experimento, os autores concluíram que a absorção poderia aumentar de 1,32mg para 1,76mg de ferro diário (34%), se a ingestão de ferro se desse somente no jejum e na ceia.

Em contrapartida, Reddy & Cook¹³ não verificaram efeito significativo do cálcio sobre a absorção do ferro não-heme em uma dieta variada.

Apesar da maioria dos estudos ter evidenciado o potencial do cálcio em reduzir a absorção do ferro, Fairweather-Tait¹⁴ relata ainda que o fato mais importante na interação entre estes dois minerais diz respeito aos efeitos sobre os níveis de ferro corporais. Segundo alguns estudos citados pelo autor, suplementos de cálcio parecem não reduzir os estoques de ferro corporal, medidos pela concentração de ferritina plasmática.

Cálcio versus zinco

A interação entre cálcio e zinco vem merecendo a atenção de Dawson-Hughes *et al.*⁵, no qual verificou o efeito suplementação de 500mg de cálcio elementar (carbonato de cálcio e hidroxapatita) sobre o zinco (3,62mg), não foi observada redução na absorção deste mineral.

Segundo Wood & Zheng⁶, estudos sobre o assunto têm mostrado resultados controversos. Os mesmos autores avaliaram o efeito da ingestão de grandes quantidades de cálcio sobre a absorção do zinco em mulheres pós-menopausa. Estas receberam uma dieta padronizada contendo 17,6mg de zinco e 890mg de cálcio por dia e, após 12 dias, receberam mais 468mg de cálcio na forma de um alimento ou de um suplemento (fosfato de cálcio). O balanço de zinco foi significativamente reduzido durante o tratamento com altas doses de cálcio. Num segundo estudo, a ingestão de 600mg de cálcio junto com a refeição diminuiu a absorção de zinco em 50%, concluindo que a dietas com altos teores de cálcio parecem aumentar as necessidades de zinco em adultos.

Mulheres durante a fase de lactação que receberam suplementos de cálcio (1000mg por dia) apresentaram concentrações plasmáticas de zinco similares às de mulheres que não receberam suplementação, sugerindo que o seu uso a longo prazo parece não ter efeito sobre o estado de zinco¹⁵.

Cozzolino² relata que a interação entre cálcio e zinco é mais pronunciada na presença de

fitato. Na presença de cálcio, o complexo cálcio: fitato/zinco pode afetar adversamente o balanço de zinco em humanos, ocasionando problemas em dietas vegetarianas ou de populações de países em desenvolvimento, cuja ingestão de zinco é baixa e a de fitato é alta, quando numa relação molar maior que 200mmol por 1000 calorias.

Neste sentido, Walter *et al.*¹² observaram que a interação cálcio-fitato-zinco pode prejudicar a biodisponibilidade de zinco em ratos em crescimento.

Apesar da relação cálcio-fitato-zinco ser postulada como um preditor da biodisponibilidade de zinco¹⁶, esta interação é bastante complexa e a relação pode ter valor preditivo limitado¹⁷. Lönnerdal *et al.*¹⁸ adicionaram cálcio em uma fórmula infantil à base de soja e observaram que a absorção de zinco aumentou significativamente quando comparada com a fórmula regular, sugerindo que a relação fitato-zinco seria mais importante para prever a absorção do zinco do que a relação que compreende o cálcio.

Cálcio versus fósforo

O fósforo está intimamente associado ao cálcio na nutrição humana, sendo chamado de seu gêmeo metabólico. Desta forma, os fatores que favorecem ou dificultam a absorção do fósforo são praticamente os mesmos do cálcio. Para ajudar a manter o equilíbrio normal sérico cálcio-fósforo¹, suas quantidades na dieta devem ser equilibradas em 1:1¹. Entretanto, suplementos de cálcio ou mesmo elevadas ingestões de cálcio podem comprometer este equilíbrio e alterar a absorção do fósforo.

Os efeitos do cálcio no metabolismo do fósforo foram estudados em adultos por Spencer *et al.*¹¹, utilizando 200, 800 e 2000mg/dia de cálcio e 200 e 800mg/dia de fósforo. A adição de diferentes quantidades de cálcio levou a uma significativa diminuição na excreção urinária de fósforo e a um aumento na excreção fecal de fósforo.

Al-Masri¹⁰ estudou a absorção e excreção endógena de fósforo em frangos alimentados com dieta contendo diferentes relações Ca:P (1:1; 1,5 :1; 2 :1 e 2,5 :1) e observou que quanto maior esta proporção, menor eram a absorção e a excreção endógena e maior a retenção do fósforo.

Uma diminuição dose-dependente na absorção aparente de fósforo também foi evidenciada por Walter *et al.*¹² em ratos suplementados com 2, 4, 6 e 8g/kg de ração de cálcio.

Suplementação e fortificação de alimentos com ferro

A anemia é a mais comum deficiência nutricional no mundo. Medidas preventivas e curativas baseiam-se na administração de sais de ferro como suplemento medicamentoso e/ou fortificação de alimentos com ferro^{19,20}. Entretanto, esta prática pode exacerbar a deficiência de outros nutrientes, como o zinco²¹.

Conforme relatam Pedrosa & Cozzolino¹⁹, os agravantes neste aspecto são as formulações de medicamentos antianêmicos, onde constata-se níveis de ferro consideravelmente altos, excedendo as recomendações deste mineral para humanos.

Apesar dos efeitos adversos da suplementação de ferro sobre o zinco, Fairweather-Tait¹⁴ comenta que ainda existe uma incerteza acerca dos efeitos da fortificação de alimentos e suplementação de ferro na nutrição.

Ferro versus Zinco

A maioria dos estudos sobre a interação entre ferro e zinco tem sido feita utilizando-se diferentes níveis destes minerais administrados simultaneamente, podendo-se citar como exemplo os estudos de Sandström *et al.*²² e de Peres *et al.*²³.

Sandström *et al.*²² avaliaram os efeitos do ferro sobre o zinco em adultos através de uma

solução teste (água, ácido ascórbico, sulfato ferroso e sulfato de zinco) e de uma refeição teste (arroz com molho de carne; ácido ascórbico, sulfato de zinco e sulfato ferroso) nas razões molares de 1:1; 2,5:1 e 25:1. Na solução teste, até 2,5:1 não houve inibição. No entanto, quando a razão passou para 25:1, houve redução significativa na absorção do zinco, efeito este que foi diminuído quando a solução apresentava um ligante (histidina). Já na refeição teste, não houve redução significativa em nenhuma das razões molares. Assim sendo, parece que a ação inibitória pode ser diminuída na presença de ligantes de alimentos, que acabam por modificar a biodisponibilidade dos minerais.

Peres *et al.*²³ estudaram a influência da relação ferro e zinco e da deficiência de ferro na absorção do zinco em ratos. Acima da razão molar de 2:1 houve inibição da absorção do zinco em grupos de ratos normais e com deficiência de ferro. Os dados apresentados pelos autores revelam que a inibição da absorção do zinco pelo ferro depende não só de suas quantidades, mas também do estado nutricional do indivíduo, ressaltando a importância de não se descuidar do zinco quando se inicia um programa de suplementação de ferro.

Em contrapartida, Rodriguez-Matas *et al.*²⁴ demonstraram que numa situação de deficiência de ferro em ratos, a absorção de zinco permanece inalterada, provocando maiores alterações no metabolismo do cobre do que no zinco.

Todavia, os efeitos da suplementação de ferro sobre a biodisponibilidade de zinco de uma dieta regional em ratos também foram demonstrados por Pedrosa & Cozzolino¹⁹. Neste estudo, o aumento da concentração de ferro na dieta (4 vezes o teor encontrado) interferiu negativamente no aproveitamento do zinco.

O impacto da suplementação com ferro em um grupo de gestantes foi estudado por O'Brien *et al.*²¹, que observaram que a suplementação de ferro diminui a absorção de zinco em mais de 50%, o que pode ter afetado adversamente o estado de zinco conforme

evidenciado pela menor concentração plasmática deste elemento. Apesar da adição de 15mg de zinco no suplemento não influenciar significativamente a absorção de zinco, esta forneceu 3mg a mais de zinco absorvido por dia, quantidade suficiente para atender à demanda gestacional. Contudo, os autores concluem que, a inclusão de zinco nos suplementos pré-natais pode minimizar a interação entre ferro e zinco em populações com deficiência destes nutrientes.

Enquanto a suplementação de ferro parece exercer efetivamente uma inibição na absorção do zinco, estudos com alimentos fortificados não têm chegado aos mesmos resultados.

Haschke *et al.*²⁵ verificaram a influência da fortificação de fórmulas infantis com ferro em duas concentrações (10,2mg/L e 2,5mg/L) sobre a absorção de elementos traços, mais especificamente o zinco, e não reportaram diferença na absorção deste mineral em crianças de 43 a 420 dias de idade. Da mesma forma, Fairweather-Tait *et al.*²⁶ estudaram os efeitos de um alimento infantil fortificado com ferro e não observaram diferença na absorção aparente do zinco em crianças de 9 meses. Num estudo em adultos onde foram utilizados três diferentes alimentos fortificados (cereal infantil com 500mg de ferro por Kg; pão de trigo com 65mg de ferro por kg e uma fórmula infantil com 12mg de ferro por litro), Davidsson *et al.*²⁷ também não reportaram diferença na absorção do zinco em relação a absorção quando da ingestão de alimentos não fortificados.

CONSIDERAÇÃO FINAL

Apesar dos estudos apresentarem resultados controversos, o que pode ser explicado pelo emprego de diferentes metodologias, o uso de suplementos de minerais ou de alimentos fortificados deve levar em consideração possíveis interações entre minerais. É necessária a realização de novos estudos que venham a elucidar a questão das interações entre minerais.

REFERÊNCIAS

1. Williams SR. Fundamentos de nutrição e dietoterapia. Porto Alegre: Artmed Editora; 1997. 668p.
2. Cozzolino SM. Biodisponibilidade de minerais. R Nutr PUCCAMP 1997; 10(2):87-98.
3. Bremner I, Beattie JH. Copper and zinc metabolism in health and disease: speciation and interactions. Proc Nutr Soc 1995; 54:489-99.
4. Couzi F, Keen C, Gershwin ME, Mareshi JP. Nutritional implications of the interactions between minerals. Progr Food Nutr Scie 1993; 17:65-87.
5. Dawson-Hughes B, Seligson FH, Hughes VA. Effects of calcium carbonate and hydroxyapatite on zinc and iron retention in postmenopausal women. Am J Clin Nutr 1986; 44:83-8.
6. Wood RJ, Zheng JJ. High dietary calcium intakes reduce zinc absorption and balance in humans. Am J Clin Nutr 1997; 65:1803-9.
7. Cook JD, Dassenko SA, Whittaker P. Calcium supplementation: effect on iron absorption. Am J Clin Nutr 1991; 53:106-11.
8. Gleerup A, Rossander-Hulthén L, Gramatkovski E, Hallberg L. Iron absorption from the whole-diet: comparison of the effect of two different distributions of daily calcium intake. Am J Clin Nutr 1995; 61:97-104.
9. Hallberg L, Brune M, Erlandsson M, Sandberg A, Rossander-Hulthén L. Calcium: effect of different amounts on nonheme and heme-iron absorption in humans. Am J Clin Nutr 1991; 53:112-9.
10. Al-Masri MR. Absorption and endogenous excretion of phosphorus in growing broiler chicks, as influenced by calcium and phosphorus ratios in feed. Br J Nutr 1995; 74(3):407-15.
11. Spencer H, Kramer L, Osis D. Effect of calcium on phosphorus metabolism in man. Am J Clin Nutr 1984; 40(2):219-25.
12. Walter A, Rimbach G, Most E, Pallauf J. Effects of calcium supplements to a maize-soya diet on the bioavailability of minerals and trace elements and the accumulation of heavy metals in growing rats. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med 2000; 47(6):367-77.
13. Reddy MB, Cook JD. Effect of calcium intake on nonheme-iron absorption from a complete diet. Am J Clin Nutr 1997; 65:1820-5.
14. Fairweather-Tait SJ. Iron-zinc and calcium-iron interactions in relation to Zn and Fe absorption. Proc Nutr Soc 1995; 54:465-73.
15. Yan L, Prentice A, Dibba B, Jarjou LMA, Stirling DM. The effect of long-term calcium supplementation on indices of iron, zinc and magnesium status in lactating Gambian women. Br J Nutr 1996; 76:821-31.
16. Fordyce EJ, Forbes RM, Robbins KR, Erdman JW. Phytate: calcium/zinc molar ratio: are they predictive of zinc bioavailability? J Food Sci 1987; 52:440-4.
17. Lönnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. J Nutr 2000; 130(Suppl):1378S-83S.
18. Lönnerdal B, Cederblad A, Davidsson L, Sandström B. The effect of individual components of soy formula and cow's milk formula on zinc bioavailability. Am J Clin Nutr 1984; 40: 1064-70.
19. Pedrosa LFC, Cozzolino SMF. Efeito da suplementação com ferro na biodisponibilidade de zinco em uma dieta regional do nordeste do Brasil. Rev Saúde Pública 1993; 27(4):266-70.
20. Whittaker P. Iron and zinc interactions in humans. Am J Clin Nutr 1998; 68(Suppl 2):442S-6S.
21. O'Brien KO, Zavaleta N, Caulfield LE, Wen J, Abrams SA. Prenatal iron supplements impair zinc absorption in pregnant Peruvian women. J Nutr 2000; 130(9):2251-5.
22. Sandström B, Davidsson L, Cederblad A, Lönnerdal B. Oral iron, dietary ligands and zinc absorption. J Nutr 1985; 115:411-4.
23. Peres JM, Bureau F, Neuville D, Arhan P, Bougle D. Inhibition of zinc absorption by iron depends on their ratio. J Trace Elem Med Biol 2001; 15(4): 237-41.

24. Rodriguez-Matas MC, Lisbona F, Gomez-Ayala AE, Lopez-Aliaga I, Campos MS. Influence of nutritional iron deficiency development on some aspects of iron, copper and zinc metabolism. *Lab Anim* 1998; 32(3):298-306.
25. Haschke F, Ziegler EE, Edwards BB, Fomon SJ. Effect of iron fortification of infant fórmula on trace mineral absorption. *J Pediatric Gastroenterol Nutr* 1986; 5:768-73.
26. Fairweather-Tait SJ, Wharf SG, Fox TE. Zinc absorption in infants fed iron-fortified weaning food. *Am J Clin Nutr* 1995; 62:785-9.
27. Davidsson L, Almgren A, Sandström B, Hurrell RF. Zinc absorption in adult humans: the effect of iron fortification. *Br J Nutr* 1995 74(3):417-25.
- Recebido para publicação em 11 de novembro de 2002 e aceito em 23 de abril de 2003.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Revista de Nutrição/*Brazilian Journal of Nutrition* é um periódico especializado, aberto a contribuições da comunidade científica nacional e internacional e distribuído a leitores do Brasil e de vários outros países. Os trabalhos submetidos são arbitrados por pelo menos dois revisores pertencentes ao quadro de colaboradores da Revista, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto do(s) autor(es) quanto dos revisores. Os autores são responsáveis pelas informações contidas nos trabalhos, bem como pela devida permissão ao uso de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes.

A Revista de Nutrição/*Brazilian Journal of Nutrition* publica trabalhos inéditos que contribuam para o estudo e o desenvolvimento da ciência da nutrição, nas seguintes categorias:

Original: contribuições destinadas à divulgação de resultados de pesquisas inéditas tendo em vista a relevância do tema, o alcance e o conhecimento gerado para a área da pesquisa.

Revisão: síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente, de modo a conter uma análise crítica e comparativa dos trabalhos na área, discutindo os limites e alcances metodológicos, permitindo indicar perspectivas de continuidade de estudos naquela linha de pesquisa. Serão publicados 2 trabalhos/fascículo.

Comunicação: relato de informações sobre temas relevantes apoiado em pesquisas recentes cujo mote seja subsidiar o trabalho de profissionais que atuam na área, servindo de apresentação ou atualização sobre o tema.

Nota Científica: dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

Ensaio: trabalhos que possam trazer uma reflexão e discutir determinado assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

Submissão de trabalhos. São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso. A carta deve indicar o nome, endereço, números de telefone e fax do autor para o qual a correspondência deve ser enviada. Resultados de pesquisas relacionados a seres humanos devem ser acompanhados de cópia do parecer do Comitê de Ética da Instituição de origem, ou outro credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde.

Apresentação do manuscrito. Enviar os manuscritos para o Núcleo de Editoração da Revista em três cópias, preparados

em espaço duplo, com fonte Times New Roman tamanho 12 e limite máximo de 25 páginas para **Artigo Original** ou de **Revisão**, 10-15 páginas para **Comunicação** e **Ensaio** e 5 páginas para **Nota Científica**. Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimento de eventuais dúvidas quanto a forma, sugere-se consulta a este fascículo. Aceitam-se trabalhos escritos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. O número de autores deve ser coerente com as dimensões do projeto. O crédito de autoria deverá ser baseado em contribuições substanciais, tais como a concepção e desenho, ou análise e interpretação dos dados. Após aprovação final, encaminhar em disquete 3,5", empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

Página de título. Deve conter o título, nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um, e o autor para o qual a correspondência deve ser enviada, com endereço completo. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - do Bireme. Preparar um *short title* com até 40 toques (incluindo espaços), ambos em português (ou espanhol) e inglês.

Resumo. Todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e no máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do *abstract* em inglês. Para os artigos originais os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos adotados informando local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações. Não deve conter citações e abreviaturas.

Texto. Com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota Científica e Ensaio, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

Introdução: deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema e que destaque sua relevância, não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

Metodologia: deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto. Tabelas, quadros e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto e numerados consecutiva e independentemente, com algarismos arábicos de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto (NBR 12256/1992). A cada um deve-se atribuir um título breve. Os Quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das Figuras (desenhos, ilustrações e gráficos) que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15 cm, respectivamente). Sugere-se nanquim ou impressão de alta qualidade. **Discussão:** Deve explorar adequada e objetivamente os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura. **Conclusão:** apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Se incluídas na seção *Discussão*, não devem ser repetidas.

Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

Referências bibliográficas de acordo com o estilo Vancouver

Referências: devem ser numeradas consecutivamente seguindo a ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no estilo *Vancouver*. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão que podem apresentar em torno de 50. A ordem de citação no texto obedecerá esta numeração. Nas referências bibliográficas com 2 até o limite de 6 autores, citam-se todos os autores; acima de 6 autores, cita-se o primeiro autor seguido de *et al.* As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o *Index Medicus*.

Citações bibliográficas no texto: Deverão ser colocadas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências bibliográficas. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo "&"; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor seguido da expressão *et al.*

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.

Exemplos

Livros

Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Capítulos de livros

Monteiro CA. La transición epidemiológica en el Brasil. In: Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Artigos de periódicos

Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nutritional sciences in Brazil: the pioneer work of institutions and scientists. *Nutrition* 2004; 20(2):174-6.

Dissertação e teses

Moutinho AE. Representações sociais na manutenção do peso corporal. O que e quem o discurso revela [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

Trabalhos apresentados em congressos, simpósios, encontros, seminários e outros

Moreira EAM, Fagundes RLM, Faccin GL, Couto MM, Torres MA, Wilhelm Filho D. The effect of alcohol ingestion during lactation on oxidative stress. In: Annals of the 17th International Congress of Nutrition & Metabolism; 2001 Aug; Austria, Vienna; 2001. Abstract 6.06.135.

Material Eletrônico

Periódicos eletrônicos, artigos

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. *Rev Nutr [periódico eletrônico]* 2002 [citado em 2002 Jun 10];15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

Texto em formato eletrônico

World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>

Programa de computador

Dean AG, *et al.* *Epi Info* [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do *Committee of Medical Journals Editors* (Grupo Vancouver) (<http://www.icmje.org>).

Anexos: Incluir apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá à Comissão Editorial julgar a necessidade de sua publicação.

Abreviaturas e Siglas: Deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado por extenso quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

LISTA DE CHECAGEM

- ☐ Declaração de responsabilidade e transferência de Direitos Autorais assinada por cada autor
- ☐ Enviar ao editor três vias do manuscrito (1 original e 2 cópias)
- ☐ Incluir título do manuscrito, em português e inglês
- ☐ Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências está reproduzido com letras *Times New Roman*, corpo 12 e espaço duplo, e margens de 3 cm
- ☐ Incluir título abreviado (*short title*) com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas impressas
- ☐ Incluir resumos estruturados para trabalhos e narrativos para manuscritos que não são de pesquisa, com até 150 palavras nos dois idiomas português e inglês, ou em espanhol nos casos em que se aplique, com termos de indexação
- ☐ Legenda das figuras e tabelas
- ☐ Página de rosto com as informações solicitadas
- ☐ Incluir nome de agências financiadoras e o número do processo
- ☐ Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, ano de defesa e número de páginas
- ☐ Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo *Vancouver*, ordenadas na ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto e se todas estão citadas no texto
- ☐ Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas
- ☐ Parecer do Comitê de Ética da Instituição para pesquisa com seres humanos

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais.

Primeiro autor:

Autor responsável pelas negociações: _____ Título do manuscrito: _____

1. Declaração de responsabilidade: Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

– certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;

– certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista de Nutrição, quer seja no formato impresso ou no eletrônico, exceto o descrito em anexo.

2. Transferência de Direitos Autorais: “Declaro que em caso de aceitação do artigo a Revista de Nutrição passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista”.

Assinatura do(s) autor(es)

Data ____/____/____

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The *Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition* is a specialized periodical, open to national and international scientific community contributions and distributed to readers from Brazil and from many other countries. The papers submitted to the Revista are arbitrated by at least two referees who belong to the staff of contributors, and the identity of both the author(s) and the referees is kept in secret. The authors are responsible for the information presented in the articles, as well as for the permission to use published figures or tables.

The *Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition* publishes inedited works that contribute to the study and development of the science of nutrition, in the following categories:

Article: contributions destined for divulging unpublished research results, given the relevance of the theme, the scope and knowledge generated by the research area.

Review: critical synthesis of available knowledge on a given theme, through the analysis and interpretation of pertinent literature, in order to present a critical and comparative analysis of the studies in the area, discussing methodological limits and scope and permitting the recommendation of investigational continuity perspectives in the respective research line. Two papers / issues will be published.

Communication: report on information regarding relevant themes supported by recent research with the purpose of subsidizing the work of professionals operating in the field and functioning as a presentation or updating of the theme.

Research Note: partial inedited data of a research in progress.

Essay: papers which may bring a reflection and a discussion on a particular subject that generates questionings and hypotheses for future researches.

Submission of manuscripts. Manuscripts are accepted if accompanied by a letter signed by each of the authors, describing the work. Enclosed should be a statement that the manuscript is being submitted only to *Revista de Nutrição* and a document of copyright transfer. If applicable, it is necessary a document of permission to reproduce published figures or tables. The letter must include the following information: name, address, phone and fax number of the author to whom correspondence should be sent. Results of researches related to human beings will be a priority for publication when accompanied by judgement of the Committee of Ethics from the Institution of origin.

Manuscript presentation. Manuscript should be sent to *Revista de Nutrição - Núcleo de Editoração*, in three copies typed in double space, font Times New Roman size 12, and a

maximum of 25 pages for **Original** or **Review Articles**, 10-15 pages for **Communication** and **Essays**, and 5 pages for **Research Notes**. All pages must be numbered starting from page of identification. Consultation of this issue is suggested for further information about presentation. Manuscripts in Portuguese, Spanish or English are accepted, with title, abstract and index terms in both the original language and in English. The articles must have about 30 references, except for review articles, a case in which 50 references are allowed. The number of authors should be coherent with project dimensions. The authorship credit should be based on substantial contributions, such as conception and design, or analysis and interpretation of data. After final approval a 3.5" diskette in MS Word 6.0 version or higher should be sent.

Title page. The title page should contain: the title, the complete name of each author and the respective institutional affiliation, and the author to whom correspondence should be sent, with complete address. A minimum of three and a maximum of six index terms should be presented, using the Bireme descriptors in Science of Health - DeCS. A short title with up to 40 characters (including spaces) should be provided. Both should be in Portuguese (or Spanish) and English.

Abstract. All papers submitted in Portuguese or Spanish must be accompanied by an abstract with a minimum of 150 words and a maximum of 250 words in both the original language and in English. Articles submitted in English must be accompanied by an abstract in Portuguese besides the abstract in English. For the original articles the abstracts should be structured with emphasis on objectives, basic methods applied giving information about place, population and sampling of the research, results and more relevant conclusions, considering the objectives of the work, and follow-up studies should be indicated. For the other categories of articles, the format of the abstracts should be narrative, but they should contain the same information. It should not present quotations and abbreviations.

Text. With the exception of manuscripts presented as Reviews, Research Notes, Essay, all papers must follow the formal structure for scientific research texts:

Introduction: this should contain a review of up-to-date literature related to the theme and relevant to the presentation of the problem investigated. It should not be extensive, unless it is a manuscript submitted as a Review Article. **Methodology:** this should contain clear and concise description of the following items accompanied by the respective bibliographic reference, including: procedures adopted; universe and sample; instruments of measurement and validation tests, if applicable; statistical analysis.

Results: these should be presented, when possible, in self-explanatory tables or figures, accompanied by statistical analysis. Repetition of data should be avoided. Tables, plates and figures must be numbered consecutively and independently in Arabic numerals, in the same order in which they are cited in the text, and on individual and separated sheets of paper, with indication of the localization in the text (NBR 12256/1992). A short title must be attributed to each one. The plates will have the lateral borders open. The author is responsible for the quality of the Figures (drawings, illustrations and graphs), which should be sufficiently clear to permit reduction to the size of one or two columns (7 and 15 cm, respectively). China ink or high quality printing are suggested. **Discussion:** results should be explored properly and objectively, and should be discussed with the observation of previously published literature. **Conclusion:** the relevant conclusions should be presented, in accordance with the objectives of the article, and follow-up studies should be indicated. Information included in "Discussion" should not be repeated here.

Acknowledgements: acknowledgements can be presented, in a paragraph not superior to three lines and addressed to institutions or persons that made a significant contribution to the production of the article.

Bibliographic References in accordance with Vancouver style

References: these must be consecutively numbered in the order in which they were cited for the first time in the text, based on Vancouver style. The articles must have about 30 references, except for review articles, a case in which 50 references are allowed. The order of citation in the text must follow these numbers. In the bibliographic references with 2 up to the limit of 6 authors, all the authors are cited; above 6 authors, the first author is cited, followed by *et al.* Abbreviations of the titles of the periodicals cited must be in accordance with the Index Medicus.

Bibliographic citations in the text: These must be presented in numerical order, in Arabic numerals, half line above and after the citation, and they must be in the list of bibliographic references. If there are two authors, both are cited connected by "&"; if there are more than two, the first author is cited, followed by the expression *et al.*

The exactitude and the adequacy of the references to works consulted and mentioned in the text of the article are of the responsibility of the author.

Examples

Books

Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Chapters in a book

Monteiro CA. La transición epidemiológica en el Brasil. In: Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Articles of periodicals

Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nutritional sciences in Brazil: the pioneer work of institutions and scientists. *Nutrition* 2004; 20(2):174-6.

Dissertations and theses

Moutinho AE. Representações sociais na manutenção do peso corporal. O que e quem o discurso revela [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

Papers presented in congress, symposiums, meetings, seminars and others

Moreira EAM, Fagundes RLM, Faccin GL, Couto MM, Torres MA, Wilhelm Filho D. The effect of alcohol ingestion during lactation on oxidative stress. In: Annals of the 17th International Congress of Nutrition & Metabolism; 2001 Aug; Austria, Vienna; 2001. Abstract 6.06.135.

Electronic material

Electronic periodicals, articles

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. *Rev Nutr [periódico eletrônico]* 2002 [citado em 2002 Jun 10]; 15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

Text in electronic format

World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>

Computer program

Dean AG, *et al.* *Epi Info* [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Consultation of the rules of the *Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver Group) is recommended for other examples (<http://www.icmje.org>).

Enclosures: They should be included only when indispensable to the comprehension of the text. The Editorial Committee will judge the necessity of their publication.

Abbreviations and Symbols: They should follow a standard, being restricted to those conventionally used or sanctioned by use, accompanied by the meaning in full when they are cited for the first time in the text. They should not be used in the title or in the abstract.

MANUSCRIPT CHECKLIST

- ☐ Declaration of responsibility and copyright transfer signed by each author
- ☐ Send the original manuscript and three copies to the editor
Include the title of the manuscript in Portuguese and English
- ☐ Check that the text, including, abstract, tables and references is presented in Times New Roman type, font size 12, and is double-spaced with margins of 3 cm
- ☐ Include the short title with 40 caracteres, as the running title
- ☐ Include structured abstracts for papers and narrative for manuscripts other than research papers, with a maximum of 150 words in both Portuguese and English, or in Spanish when applicable, with index terms
- ☐ Legend of figures and tables
- ☐ Title page with the information requested
- ☐ Include the name of the financing agencies and the number of the process
- ☐ Acknowledge, when appropriate, that the article is based on a thesis/dissertation, giving the title, name of the institution, pages and the year of the defense
- ☐ Check that the references are standardized according with Vancouver style, in the order in which they were cited for the first time in the text and that all are mentioned in the text
- ☐ Include permission from the editors for the reproduction of published figure or tables
- ☐ Judgment of the Committee of Ethics from Institution for Researchs with human beings.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY
AND COPYRIGHT TRANSFER

Each author should read and sign documents (1) Declaration of responsibility and (2) Copyright Transfer.

First author: _____ **Title of manuscript:** _____

1. Declaration of responsibility: All these listed as authors should sign a Declaration of Responsibility as set out below:

- "I certify that I have participated sufficiently in the work to take public responsibility for the content.
- I certify that the manuscript represents original work and that neither this manuscript nor one with substantially similar content under my authorship has been published or is being considered for publication elsewhere, except as described in na attachmente.
- I certify that (1) I have contributed substantially to the conception and planning or analysis and interpretation of the data; (2) I have contributed significantly to the preparation of the draft or to the critical revision of the content; and (3) I participated in the approval of the final version of the manuscript.

Signature of the author(s) _____ Date ____ / ____ / ____

2. Copyright Transfer: "I declare that should the article be accepted by the Revista de Nutrição, i agree that the copyright relating to it shall become the exclusive property of the "Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas", that any and all reproduction is prohibited whether total or partial, anywhere else or by any other means whether printed or electronic, without the prior and necessary authorization being requested and that if obtained, i shall take due acknowledgement of this authorization on the part of the "Centro de Ciências da Vida".

Signature of the author(s) _____ Date ____ / ____ / ____

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Grão-Chanceler: Dom Gilberto Pereira Lopes

Reitor: Pe. José Benedito de Almeida David

Vice-Reitor: Pe. Wilson Denadai

Pró-Reitoria de Graduação: Prof. Marco Antonio Carnio

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação: Profa. Dra. Vera Sílvia Marão Beraquet

Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários: Profa. Dra. Carmen Cecília de Campos Lavras

Pró-Reitoria de Administração: Prof. Antonio Sergio Cella

Diretor do Centro de Ciências da Vida: Prof. Luiz Maria Pinto

Diretora da Faculdade de Nutrição: Profa. Rye Katsurayama de Arrivillaga

Revista de Nutrição

Com capa impressa no papel supremo 240g/m²
e miolo no papel couchê fosco 90g/m²

Capa / Cover

Katia Harumi Terasaka

Editoração eletrônica / DTP

Beccari Propaganda e Marketing

Impressão / Printing

Gráfica Editora Modelo Ltda

Tiragem / Edition

1300

Distribuição / Distribution

Sistema de Bibliotecas e Informação da PUC-Campinas -
Serviço de Publicação, Divulgação e Intercâmbio



Artigo Especial | Special Article

5 Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro

Causes and consequences of iron deficiency

• Manuel Olivares, Tomás Walter

Artigos Originais | Original Articles

15 Representações sobre consumo alimentar e suas implicações em inquéritos alimentares: estudo qualitativo em sujeitos submetidos à prescrição dietética

Representations on food intake and its implications in nutritional investigations: qualitative study with subjects submitted to dietary prescriptions

• Rosa Wanda Díez García

29 Prevalência da amamentação em crianças menores de dois anos vacinadas nos centros de saúde escola

Breastfeeding prevalence among children less than two years old immunized in primary health care school services

• Daniella Fernandes Camilo, Roberta Villas Boas Carvalho, Eduardo Freire de Oliveira, Erly Catarina de Moura

37 Anemia em adolescentes segundo maturação sexual

Anemia among adolescents according to sexual maturation

• Bianca Assunção Iuliano, Maria Fernanda Petroli Frutuoso, Ana Maria Dianezi Gambardella

45 Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos

Modifications in the gravimetric non enzymatic method for determination of soluble and insoluble dietary fiber in fruits

• Nonete Barbosa Guerra, Paulo Roberto de Barros Salomão David, Débora Dias de Melo, Adriana Barbora Buarque Vasconcelos, Mônica Rabelo Maciel Guerra

53 Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.)*Total phenolics and antioxidant activity of the aqueous extract of mung bean sprout (Vigna radiata L.)*

• Vera Lúcia Arroxelas Galvão de Lima, Enayde de Almeida Mélo, Maria Inês Sucupira Maciel, Geane Soares Beltrão Silva, Daisyvângela Eucrêmia da Silva Lima

59 Recuperação da desnutrição em ratos mediante rações adicionadas ou não de suplemento alimentar e de vitaminas e minerais durante o período de crescimento

Recovery from malnutrition in rats with or without the addition of dietary food supplements, vitamins and minerals during the growth period

• Maria Angélica Guzmán-Silva, Aline Rabello Wanderley, Viviane Miguel Macêdo, Gilson Teles Boaventura

Artigos de Revisão | Review Articles

71 Fortificación de alimentos con hierro y zinc: pros y contras desde un punto de vista alimenticio y nutricional

Food fortification with iron and zinc: pros and cons from a dietary and nutritional viewpoint

• José Boccio, Josefina Bressan Monteiro

79 Importância do zinco na nutrição humana

The importance of zinc in human nutrition

• Denise Mafrá, Sílvia Maria Franciscato Cozzolino

89 Antioxidantes da dieta como inibidores de nefrotoxicidade induzida pelo antitumoral cisplatina

Dietary antioxidants as inhibitors of cisplatin-induced nephrotoxicity

• Lusânia Maria Greggí Antunes, Maria de Lourdes Pires Bianchi

Comunicações | Communications

97 Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise

Methods of body composition assessment in patients undergoing hemodialysis

• Maria Ayako Kamimura, Sergio Antônio Draibe, Dirce Maria Sigulem, Lillian Cuppari

107 Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais

Effects of supplementation and food fortification on mineral bioavailability

• Adriana Soares Lobo, Vera Lúcia Cardoso Tramonte