

Evaluación y correlación de variables bioquímicas, antropométricas y de consumo de riboflavina, hierro y vitamina A en escolares venezolanos.

Ana Virginia Avila¹, Mirla Morón¹, Miguel Córdova¹, María Nieves García-Casal².

Resumen: El objetivo fue evaluar el estado de riboflavina, hierro y vitamina A de un grupo de escolares de Caracas, correlacionando variables bioquímicas, de composición corporal y de consumo de energía y nutrientes. Se estudiaron 69 niños con edades comprendidas entre 6 y 8 años a los que se les determinó estrato socioeconómico, consumo de alimentos, adecuación de consumo y fórmula dietética. Se tomaron medidas antropométricas y una muestra de sangre para la determinación de hemoglobina y hematocrito, así como concentraciones plasmáticas de riboflavina por método enzimático, retinol por HPLC, hierro por colorimetría y ferritina por ELISA. Los escolares tuvieron una dieta monótona en la que los cuatro alimentos más consumidos fueron cereales. La dieta resultó inadecuada en vitamina A (48%), hierro (39%), riboflavina (6%) y vitamina B6 (80%). Las determinaciones antropométricas mostraron un importante porcentaje de desnutrición actual (19%), aunque la mayoría presentó estado nutricional antropométrico y composición corporal normales. Las determinaciones hematológicas mostraron deficiencias de riboflavina (16%), retinol (57%), hierro (67%) y anemia (14%). En conclusión, la dieta fue poco variada, deficitaria en calorías, vitamina B6, vitamina A, proteínas y hierro y excesiva en riboflavina, con un estado nutricional antropométrico y composición corporal normales. Los datos de consumo y adecuación de la dieta se correlacionaron con las deficiencias encontradas en pruebas hematológicas, mientras que los datos antropométricos no fueron marcadamente afectados, aunque hubo correlación entre las variables área muscular y área grasa, y el consumo de energía, proteínas, grasa, hierro y riboflavina. **An Venez Nutr 2012; 25(1): 16 - 24.**

Palabras clave: riboflavina, hierro, vitamina A, dieta, antropometría, detección hematológica, escolares.

Evaluation and correlation of biochemical, anthropometrical and consumption variables of riboflavin, iron and vitamin A in scholars from Venezuela

Abstract: The objective was to evaluate the status of riboflavin, iron and vitamin A in a group of school children from Caracas, correlating biochemical, body composition and consumption data. The sample included 69 scholars aged 6 to 8 years whose socio economic status, food consumption patterns and adequacy as well as dietetic formulae were determined. Anthropometric measures were recorded and a blood sample was taken to determine hemoglobin, hematocrit and plasmatic concentrations of riboflavin by an enzymatic method, retinol by HPLC, iron by a colorimetric method and ferritin by ELISA. The scholars had a monotonous diet and the 4 most consumed food items were cereals. The diet resulted inadequate in vitamin A (48%), iron (39%), riboflavin (6%) and vitamin B6 (80%). Anthropometric evaluation showed an important percentage of recent undernutrition (19%), although most of the individuals had a nutritional anthropometric state and a body composition within normal ranges. Hematological determinations showed deficiencies of riboflavin (16%), retinol (57%), iron (67%) and anemia (14%). In conclusion, the diet was monotonous, deficient in calories, vitamin B6, vitamin A, proteins and iron and excessive in riboflavin, with inadequate anthropometric and body composition status. Data on consumption and diet adequacy correlated with results from hematological tests, while anthropometric data was not markedly affected, although there was a linear correlation between muscular and fat areas with energy, protein, fat, iron and riboflavin consumption. **An Venez Nutr 2012; 25(1): 16 - 24.**

Key words: riboflavin, iron, vitamin A, diet adequacy, anthropometry, hematological determinations, scholars.

Introducción

La deficiencia de micronutrientes afecta aproximadamente a 2 mil millones de personas en el mundo, causando incremento de la mortalidad y morbilidad, especialmente

en la población infantil, impidiendo que alcancen el pleno desarrollo de su potencial.

En América Latina coexisten la desnutrición crónica y la obesidad, acompañadas ambas condiciones con deficiencias de vitaminas y minerales (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) han denominado al conjunto de carencias específicas de micronutrientes que se caracterizan por ser altamente prevalentes, como hambre o desnutrición oculta, que es por definición la desnutrición que no es evidente y por lo tanto difícil de diagnosticar y cuyos rasgos principales

¹Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Central de Venezuela,
²Laboratorio de Fisiopatología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

Solicitar copia a: María Nieves García-Casal. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Carretera Panamericana, Centro de Medicina Experimental, Laboratorio de Fisiopatología. Apartado 21827 Caracas 1020-A Venezuela. Teléfono (+58212) 504 1426 Fax (+58212) 504 1086 e-mail mngarcia@ivic.gob.ve

son las alteraciones de micronutrientes en ausencia de síntomas clínicos y la disminución de las reservas calóricas. Por esta razón, los indicadores que la reflejan mejor son los bioquímicos y los de composición corporal.

Las más importantes y reconocidas deficiencias son las de hierro, yodo y vitamina A (2), aunque podrían considerarse también a otros micronutrientes importantes para el desarrollo infantil, como por ejemplo el zinc, los folatos, la riboflavina, vitamina C y selenio, cuya incidencia de deficiencia se desconoce en muchas partes del mundo. Los grupos más susceptibles de sufrir deficiencias de micronutrientes son los niños, las mujeres en edad fértil y las personas de la tercera edad, produciendo irritabilidad, apatía, problemas de atención y aprendizaje, daños en el sistema cardiovascular, aumento de la morbi-mortalidad materna y perinatal, alteración en la inmunidad y aumento de riesgo de las enfermedades infecciosas. Los costos de estas deficiencias en términos de vidas humanas, calidad de vida y crecimiento económico son muy elevados (1,2).

Para combatir estas deficiencias se recomienda la combinación de estrategias que incluyen la educación nutricional, promoviendo el consumo de una dieta variada y completa con alimentos ricos en todos los micronutrientes, la suplementación de grupos vulnerables con el o los nutrientes deficientes y la fortificación de alimentos de consumo masivo, entre otras.

Con respecto a esta última estrategia, en Venezuela se aplica el programa de enriquecimiento de la harina de maíz con hierro, vitamina A, tiamina, riboflavina y niacina, el enriquecimiento de la harina de trigo panadera con hierro, tiamina, riboflavina y niacina, así como el programa de sal yodada. Estudios puntuales con resultados de prevalencias elevadas de deficiencia de hierro y de vitamina A en diferentes grupos de edad, contrastan con las altas disponibilidades para estos 2 nutrientes a partir del programa de enriquecimiento de las harinas.

En cuanto a los otros micronutrientes (tiamina, riboflavina y niacina) que forman parte del enriquecimiento de las harinas, no hay información sobre la evaluación bioquímica de indicadores de estado nutricional en grupos vulnerables y tampoco se dispone de información que permita relacionar morbilidad con deficiencia.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado de

la riboflavina, vitamina A y hierro, en un grupo de escolares en el suroeste de Caracas y su relación con variables bioquímicas, de composición corporal y de consumo de energía y nutrientes.

Metodología

La muestra de este estudio transversal descriptivo estuvo constituida por 69 individuos (37 niños y 32 niñas) aparentemente sanos con edades comprendidas entre 6 y 8 años, que cursaban 1 y 2 grado de educación básica en una institución pública que atiende niños provenientes de por lo menos cuatro barrios del suroeste de Caracas. Todos los niños de la institución educativa con las características antes mencionadas, fueron invitados a participar en el estudio. Los representantes de los niños firmaron un consentimiento informado redactado según las recomendaciones de la Declaración de Helsinki sobre los principios éticos para la investigación médica en humanos (3). Una vez firmado el consentimiento, los niños y sus representantes fueron entrevistados, se llenaron los formularios correspondientes, se registraron las medidas antropométricas, se realizó un examen médico general y se tomó la muestra de sangre.

Cuestionarios y consumo

Para la clasificación socioeconómica de los niños se utilizó la metodología Graffar-Méndez Castellano. Este método mide la pobreza estructural considerando las variables: profesión del jefe de la familia, nivel de instrucción de la madre, fuente de ingresos de la familia y condiciones de alojamiento. Los estratos sociales IV y V miden los niveles de pobreza relativa o crítica, respectivamente (4).

Para la evaluación de la dieta se utilizó el método de recordatorio de 24 horas, que consiste en registrar mediante una entrevista todos los alimentos consumidos por el sujeto en estudio, el día inmediato anterior a la encuesta (5). Se efectuaron dos recordatorios de días no consecutivos y se complementaron con la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo semanal de alimentos. Ambos instrumentos fueron aplicados mediante entrevistas dirigidas a la persona responsable de la compra, preparación y distribución de los alimentos en el hogar.

Los datos obtenidos se procesaron para determinar la calidad nutricional de la dieta, es decir el contenido calórico y de nutrientes, que posteriormente se comparó con las recomendaciones para la población venezolana (6), de manera de establecer el porcentaje de adecuación del consumo. Los

resultados de adecuación energética, de macro y micronutrientes (riboflavina, vitamina B6, vitamina A, hierro) se expresaron por intervalos, estableciendo como deficiente las adecuaciones menores al 90%, como adecuada de 90 a 110% y como exceso las adecuaciones mayores a 110% (4). En la evaluación de consumo se incluyó la vitamina B6, debido a su estrecha relación con la riboflavina.

Antropometría

Para el diagnóstico nutricional antropométrico se realizó el análisis de dimensiones corporales tradicionales y de la composición corporal, expresada como área muscular y área grasa. Las mediciones fueron realizadas por personal debidamente entrenado y estandarizado de acuerdo con las normas y procedimientos internacionales, obteniendo un alto nivel de precisión tanto inter como intramedidor en todas las variables, con error de medición por debajo de los niveles máximos permitidos. Los indicadores de dimensiones y composición corporal utilizados fueron Peso para la Edad (P-E), Peso para la Talla (P-T), Talla para la Edad (T-E), Circunferencia de Brazo para la Edad (CB-E), Área muscular (AM) y Área grasa (AG). Con la combinación de los indicadores de dimensiones corporales se estableció el diagnóstico presuntivo según las categorías de sobrepeso, normal o desnutrición en relación a la talla y edad.

Muestra de sangre

Para los estudios hematológicos, después de 12 h de ayuno, se tomó una muestra de sangre de 5 ml de la vena antecubital a nivel del pliegue del brazo, que fue colocada en 2 tubos Vacutainer® con heparina y protegida de la luz. Uno de los tubos fue utilizado para determinaciones de hemoglobina y hematocrito y el otro para obtener plasma y eritrocitos.

La muestra evaluada en el área de bioquímica, se redujo a 49 sujetos, debido a que a pesar de que asistieron en ayuno a la toma de muestra, algunos niños se negaron a prestar su colaboración y en otros casos, la cantidad de muestra extraída fue insuficiente para realizar las pruebas bioquímicas.

Actividad de la enzima glutatión reductasa. Luego de separar el plasma, los eritrocitos fueron lavados con solución salina y hemolizados con agua destilada. La concentración de hemoglobina en la muestra fue determinada según el método Grosby et al (7), ajustada a una concentración final de

10 g/L y utilizada para medir la actividad de la enzima glutatión reductasa. El método mide la oxidación de NADPH consecuencia de la actividad de la glutatión reductasa en presencia de FAD y se expresa como porcentaje de activación de la enzima. Como valor de referencia, se consideró adecuado un porcentaje de activación de glutatión reductasa menor del 65% y deficiente cuando la actividad es igual o mayor de este porcentaje.

Los humanos no pueden sintetizar la riboflavina y deben obtenerla de los alimentos, donde se encuentra sobre todo, en forma de derivados coenzimáticos, el flavin mononucleótido o FMN y el flavin adenin dinucleótido o FAD. Entre las enzimas que requieren la presencia de FAD se encuentra la glutatión reductasa, que reduce al glutatión oxidado y provee el sustrato para que la glutatión peroxidasa actúe degradando los peróxidos lipídicos (8). La medición de la actividad de esta enzima es un indicador muy sensible y específico para determinar el estado nutricional de la riboflavina en un amplio rango de niveles de ingesta de la vitamina. Por otro lado, tiene la ventaja de que no refleja variaciones recientes en el consumo de riboflavina.

Vitamina A. La cuantificación de retinol plasmático se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), según el método de Chow y Omaye (9). Muestras de 100 µl de suero fueron procesadas para extracción con una mezcla heptano/BHT, secadas bajo una corriente de nitrógeno y resuspendidas en metanol para ser separadas en un sistema de HPLC (Waters corporation, Mildford MA) con una columna Bondapack C18 (3,9 x 300 mm), utilizando 100% metanol como fase móvil a 0,8 ml/min. La detección se realizó a 296 nm y las concentraciones de retinol fueron calculadas a partir de una curva estándar de retinol utilizando el software Millenium PDA de Waters. Los puntos de corte utilizados para definir deficiencia de retinol sérico fueron <10 µg/dL para deficiencia severa, entre 10 y 20 µg/dL deficiencia moderada (depósitos depletados), a riesgo de deficiencia entre 20 y 30 µg/dL y por encima de 30 µg/dL se consideran valores normales.

Hierro sérico. La determinación de hierro sérico se realizó a través del método del Comité Internacional de Estandarización en hematología (10) que se basa en la desproteínización del plasma, para acomplejar el hierro presente en el sobrenadante a un cromógeno cuya cuantificación contra una curva estándar, permite la determinación de la

concentración del hierro presente en la muestra. Las concentraciones < 50 µg/dL, se consideran deficientes.

Ferritina. Para la cuantificación de ferritina en muestras de plasma, se empleó un ensayo tipo ELISA con anticuerpos monoclonales anti-ferritina humana, como anticuerpo de captura, al que se unirá la ferritina que se encuentra en el suero del paciente. El mismo anticuerpo monoclonal conjugado a peroxidasa de rábano picante permite, en presencia del sustrato adecuado y comparando con una curva estándar, la determinación de la concentración de ferritina en la muestra (11). El punto de corte para clasificar a los individuos como deficientes de hierro fue de < 10 µg/L (12).

Análisis estadísticos

Una vez obtenidos y tabulados los resultados, para la clasificación nutricional antropométrica se utilizó el programa EVANUT. Versión 1.0, 2005 (13). Para calcular el consumo de energía, macronutrientes, micronutrientes y adecuación del consumo, se utilizó un programa propio, aplicado en anteriores trabajos de consumo de alimentos. Para el cálculo de valores descriptivos (promedio, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo) y las pruebas de significancia estadística (t-Student) se aplicó el programa Excel del Microsoft Office XP, considerándose como diferencia estadísticamente significativa, un nivel de significancia menor a 0,05. Para el análisis de correlación de variables y regresión lineal, al igual que aplicación de ANOVA, se usó el programa estadístico SPSS para Windows, versión 12.0.

Resultados

En el grupo de escolares evaluados se encontró que solo 1.5% de los niños pertenecía al estrato social III, 56,5% al estrato IV y 42,0% al estrato V, indicando que el 98,5% de los escolares estudiados vivían en algún grado de pobreza.

Los componentes de la dieta fueron básicamente: harina de maíz precocida, arroz, pan de trigo, pasta enriquecida, carnes (incluye pollo, res y jamón), leche en polvo completa, queso blanco duro, plátano, frutas para jugo, hortalizas en poca cantidad, azúcar, grasas visibles (incluye aceite, margarina y mayonesa) y misceláneos (alimentos preparados, bebidas no alcohólicas). En relación a los cereales, los de mayor consumo fueron la harina de maíz precocida usada en la preparación de

arepas, arroz, pasta enriquecida y pan de trigo. La harina de maíz precocida fue utilizada dos o más veces al día en la dieta de los niños, mezclando la harina con agua y sal, para la preparación de arepas horneadas o fritas.

Fue posible observar también que no es común el consumo de pescado fresco o enlatado, que las legumbres frescas más consumidas fueron: cebolla, tomate y pimentón (8,4, 8,4 y 3,4 g/persona/día, respectivamente) consumidos como aliños y no para la elaboración de ensaladas. También se encontró un escaso consumo de frutas, prefiriéndose la guayaba y la parchita para ser utilizadas en la preparación de jugos. Del grupo de bebidas no alcohólicas merece especial referencia el consumo de naranjadas comerciales, café y bebidas gaseosas, las cuales presentaron cifras promedio de consumo de 131, 35 y 45 ml, con un porcentaje de consumo de 61,43, 24,29 y 20,0 %, respectivamente.

El análisis del consumo de energía y macronutrientes mostró que los escolares consumieron en promedio 1293 ± 263 kilocalorías, sin diferencias importantes por edad, género ni estrato socioeconómico. El consumo promedio de proteínas en la muestra total fue de $49,7 \pm 13,4$ g, el 61,9% de los cuales era de origen animal, con una proporción proteínas animales: vegetales de 1,6:1. El consumo promedio de grasa fue de 43 ± 11 g y de carbohidratos disponibles de 177 ± 43 g. Del consumo promedio de grasa, 49,2% provino de alimentos de origen animal y 50,8% de origen vegetal. En términos de macronutrientes no hubo diferencias importantes por edad, género o estrato socioeconómico.

El consumo de energía en todos los grupos de edad y género fue menor a la requerida, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La adecuación del consumo de energía a las necesidades fue deficiente en el 88,4% de la muestra (Cuadro 1). Las fuentes fueron: cereales (37,7%), lácteos (14,1%), carnes (12%), grasas visibles (9,7%), tubérculos, legumbres y frutas (7,1%) y azúcar (6,9%). La adecuación del consumo de proteínas reveló que el 46,4% de los niños tuvo un consumo deficiente, mientras que el resto de la muestra se distribuyó de manera similar entre un consumo adecuado y superior al requerimiento. Las fuentes alimentarias fueron: carnes (39,4%), cereales (27, 5%) y lácteos (21,2%).

El consumo promedio de riboflavina fue 1,1 mg.

Cuadro 1. Porcentaje de adecuación y prevalencia de consumo deficiente, adecuado o en exceso de energía, proteínas, riboflavina vitamina B6, hierro y vitamina A en escolares de Caracas.

| Nutrientes | Porcentaje de niños con consumo | | | |
|-------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| | Adecuación (%) | Deficiente (<90%) | Adecuado (90-110%) | Exceso (>110%) |
| Calorías | 78.3 | 88.4 | 10.1 | 1.5 |
| Proteínas | 97.2 | 46.4 | 27.5 | 26.1 |
| Riboflavina | 179.6 | 5.8 | 17.4 | 76.8 |
| Vitamina B6 | 57.2 | 79.7 | 10.1 | 10.2 |
| Hierro | 99.4 | 39.1 | 17.4 | 43.5 |
| Vitamina A | 126.8 | 47.8 | 8.7 | 43.5 |

Sólo en 5,8% de los niños se observó consumo deficiente, mientras que 76,8% presentó exceso. La vitamina se obtuvo a partir de cereales (42,6%), lácteos (30,3%) y carnes (10,1%).

La adecuación del consumo de vitamina B6 a las necesidades de los escolares de ambos géneros y en todos los grupos de edad, resultó menor al 90% lo cual es indicativo de deficiencia en el 79,7% de la muestra. El consumo fue de 0,3 mg/día y las fuentes alimentarias fueron: carnes (41,4%), cereales (22,4%) y vegetales (17,2%).

La adecuación del consumo a los requerimientos de vitamina A, mostró que 47,8% de los escolares tuvo un consumo deficiente, mientras que 43,5% mostró exceso. La fuente más importante de vitamina A, cuyo consumo promedio alcanzó 751 ER/día, fueron los tubérculos, legumbres y frutas (48,6%), los lácteos (28%) y los cereales (15,1%).

En hierro, se obtuvo un consumo de 11 mg/día, encontrándose también que menos del 20% de la muestra presentó un consumo adecuado, obtenido a partir de cereales (60%), carnes (11,6%), tubérculos, hortalizas y frutas (9,7%). El aporte de hierro en su mayoría fue de tipo no hemínico (23,5% hierro hem y 76,5% hierro no hem).

Del total de niños evaluados mediante la combinación de los indicadores antropométricos tradicionales, un alto porcentaje (75,4%) presentó estado nutricional normal, mientras que 18,8% tenía desnutrición actual. La prevalencia de desnutrición afectó en similar proporción a varones y niñas, pero fue mayor en los escolares pertenecientes al estrato social V ($p > 0,05$). En estos escolares predominó una composición adecuada en músculo (84,1%) y en grasa (85,5%).

La evaluación del estado de riboflavina indica

que la prevalencia de deficiencia subclínica de riboflavina fue de 16,3%, afectando especialmente a los varones de 8 años (Cuadro 2), sin encontrarse diferencias según estrato social. Los niños con deficiencia subclínica de riboflavina, no presentaron deficiencia en el consumo de la vitamina, ni desnutrición o alteraciones de su composición corporal desde el punto de vista antropométrico.

La concentración sérica promedio de retinol en el grupo estudiado fue de $20,3 \pm 5,4$ $\mu\text{g/dL}$. Se encontró una prevalencia de deficiencia de 57,1% (28 casos en 49 muestras), sin casos de deficiencia severa (< 10 $\mu\text{g/dL}$ de retinol). La deficiencia de esta vitamina afectó en igual magnitud a todos los estratos sociales, pero en mayor proporción a los varones (Cuadro 3). El déficit de vitamina A afectó tanto a niños adecuadamente nutridos como a los desnutridos, según el diagnóstico antropométrico presuntivo.

En relación al metabolismo de hierro se determinaron varios parámetros entre los que se incluyeron hemoglobina, hematocrito, ferritina y hierro sérico. En los varones, la hemoglobina promedio fue de $12,2 \pm 0,9$ g/dL y para las niñas, $12,7 \pm 0,7$ g/dL. El porcentaje promedio de hematocrito en los niños fue de $37,2 \pm 2,4\%$ y en las niñas de $38,8 \pm 1,9\%$. La concentración promedio de ferritina en los varones fue de $9,4 \pm 7,6$ $\mu\text{g/L}$ y en las niñas $9,5 \pm 6,1$ $\mu\text{g/L}$. En relación al hierro, los varones presentaron una concentración promedio de hierro de $102,2 \pm 64,1$ $\mu\text{g/dL}$ y las niñas $87,5 \pm 30,3$ $\mu\text{g/dL}$.

La prevalencia de anemia alcanzó el 14,3% de los niños estudiados, siendo el grupo más afectado los pertenecientes al estrato social V y los varones de 8 años. En el caso de las niñas la anemia

Cuadro 2. Clasificación del estado de la riboflavina medido por PAGRE, según edad en escolares de Caracas.

| Edad(años) | % Activación de Glutación reductasa | | | | | |
|------------|-------------------------------------|---|-----------------------|----|----------------|--|
| | Total de casos | | Deficiencia ≥ 76 | | Adecuado <76 | |
| | estudiados | n | % | n | % | |
| 6 | 9 | 0 | 0,00 | 9 | 18,37 | |
| 7 | 20 | 3 | 6,12 | 17 | 34,69 | |
| 8 | 20 | 5 | 10,21 | 15 | 30,61 | |
| Total | 49 | 8 | 16,33 | 41 | 83,67 | |

PAGRE: porcentaje de activación de la glutación reductasa en eritrocitos.

Cuadro 3. Prevalencia de déficit de vitamina A medida por concentración de retinol sérico, según edad y género.

| Edad(años) | Retinol Sérico ($<20 \mu\text{g} / \text{dL}$) | | | | | |
|------------|--------------------------------------------------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | Masculino | | Femenino | | Total | |
| | n | % | n | % | n | % |
| 6 | 4 | 23.5 | 2 | 18.2 | 6 | 21.4 |
| 7 | 8 | 47.1 | 4 | 36.4 | 12 | 42.9 |
| 8 | 5 | 29.4 | 5 | 45.4 | 10 | 35.7 |
| Total | 17 | 100.0 | 11 | 100.0 | 28 | 100.0 |

solo se presentó en el grupo de 6 años (Cuadro 4). La deficiencia de hierro medida por ferritina sérica ($<10\mu\text{g/L}$) afectó al 67,3% de los escolares, cuadruplicando la prevalencia de anemia y transformándose en su principal causa. El déficit de hierro afectó tanto a niños adecuadamente nutridos como a los malnutridos por déficit o exceso y en mayor proporción a los niños del estrato social IV.

Al analizar la correlación entre las variables bioquímicas, de composición corporal y consumo de nutrientes se encontró relación lineal positiva importante ($\geq 0,50$) entre área muscular y área grasa (0,65), consumo de calorías y consumo de proteínas (0,58), consumo de calorías y grasa (0,73), y entre el consumo de calorías y hierro y calorías y riboflavina (0,65 y 0,63, respectivamente). También se encontró relación lineal positiva entre el consumo de grasas y el consumo de hierro; entre el consumo de hierro y riboflavina, y entre el consumo de vitamina A y la ingesta de riboflavina (coeficientes de correlación: 0,54, 0,54 y 0,56, respectivamente).

No se encontró correlación lineal positiva o negativa importante, entre las variables bioquímicas y las de composición corporal y de consumo de energía y nutrientes.

Discusión

Los alimentos consumidos por un grupo de escolares pertenecientes a los estratos pobres de la población de Caracas, muestran una dieta monótona, basada en cereales y con poca diversidad en el consumo de vegetales y frutas. Estos datos coinciden con los reportados en estudios previos (4,14), donde los 4 alimentos mas consumidos son cereales. De los resultados de este estudio llama la atención el consumo de café como bebida para acompañar las comidas, lo que sumado al uso de bebidas gaseosas constituyen importantes fuentes de estimulantes del sistema nervioso, y en el caso del café, de inhibidores de la absorción de hierro (15).

El análisis y comparación del consumo no mostró diferencias por género, edad y estrato social, pero evidencia que el consumo de energía, proteínas, grasas y carbohidratos fue inferior a lo reportado por Fundacredesa en el Estudio de Situación de Vida y Movilidad Social del año 2001, en una muestra de 823 familias evaluadas en Área Metropolitana de Caracas. Dicho estudio reporta un consumo/persona/día de 2091 kilocalorías, 76,2 g de proteínas, 63,6 g de grasa y 303,1 g de carbohidratos (6).

Cuadro 4. Prevalencia de anemia, deficiencia de reservas de hierro y de hierro circulante, medidas por concentración de hemoglobina, ferritina y hierro sérico, respectivamente, según edad y género.

| Edad(años) | Género | n | Hemoglobina | | Ferritina | | Hierro sérico | |
|------------|--------|----|-------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|
| | | | n | % | n | % | n | % |
| 6 | M | 5 | 1 | 20,00 | 2 | 40,00 | - | - |
| | F | 4 | 1 | 25,00 | 2 | 50,00 | - | - |
| 7 | M | 10 | 2 | 20,00 | 9 | 90,00 | - | - |
| | F | 10 | 0 | 0,00 | 7 | 70,00 | 2 | 20,00 |
| 8 | M | 9 | 3 | 33,33 | 5 | 55,56 | 1 | 11,11 |
| | F | 11 | 0 | 0,00 | 8 | 72,73 | 1 | 9,09 |
| Total | M | 24 | 6 | 25,00 | 16 | 66,67 | 1 | 4,17 |
| | F | 25 | 1 | 4,00 | 17 | 68,00 | 3 | 12,00 |

La fórmula dietética del grupo estudiado fue 15,4% de proteínas (animal: vegetal 1,6:1), 29,9 % de grasas (animal: vegetal 0,97:1), y 54,7% de carbohidratos, lo que en términos de proteínas se encuentra por encima del rango establecido para la población venezolana (11-14%), en grasas se encuentra dentro del rango establecido (20-30%) y en carbohidratos está ligeramente por debajo del 56-69% aceptado (5).

El consumo de los micronutrientes evaluados fue inadecuado en todos los casos: la riboflavina por exceso y el resto por déficit, siendo particularmente elevada para vitamina B6. El caso del hierro merece mención especial, ya que además que la inadecuación por déficit alcanzó casi 40%, la mayoría era como hierro no hemínico, con la importancia repetidamente reportada que tiene no solo la cantidad sino el origen del hierro de la dieta (15).

Es interesante resaltar que de acuerdo a los datos obtenidos de consumo y adecuación, los cereales constituyen la principal fuente de nutrientes en los niños estudiados. Esto ocurre no solo para energía o carbohidratos, lo cual es esperable por su alto contenido calórico, sino que de los cereales proviene una importante cantidad de proteínas, riboflavina, vitamina B6 y hasta vitamina A. En el caso del hierro los cereales son la principal fuente aportando el 60%. La razón de este hallazgo se debe, además de los malos hábitos alimentarios y que los cuatro alimentos mas consumidos sean cereales, a la fortificación de la harina de maíz precocida con hierro y vitaminas, entre las que se incluye la vitamina A.

La evaluación de los niveles séricos de riboflavina, vitamina A y hierro, muestran también importantes

deficiencias. En el caso de riboflavina resulta interesante destacar la importante prevalencia de deficiencia a pesar del elevado consumo de riboflavina, que alcanza adecuaciones mayores al 200%. Un estudio previo de Avila et al en 2003 en escolares de Caracas (16), reportó una prevalencia de déficit subclínico de riboflavina de 6,2%, medida a través del porcentaje de activación de la glutatión reductasa.

En la literatura hay reportes de estudios de deficiencia de riboflavina en niños y en general indican altas prevalencias. En un estudio realizado por Bamji et al (17), en una comunidad rural de la India se encontró que 61% de los escolares tenían deficiencia de riboflavina, basado en indicadores bioquímicos y presencia de signos clínicos (estomatitis angular y glositis). Por otro lado, Nontasut et al (18), reportaron una incidencia de 40% de deficiencia de riboflavina en escolares de dos comunidades de Tailandia, utilizando como indicador al coeficiente de activación de la glutatión reductasa. El mismo indicador mostró deficiencia de riboflavina en 65% de escolares estudiados en la Costa de Marfil (19). En una encuesta nacional de niños en edad escolar en Taiwan, se encontró deficiencia marginal y grave de riboflavina en 35 y 4% respectivamente de los escolares estudiados y estuvo relacionada con bajo consumo dietético (20). Sería interesante determinar el efecto de la fortificación de harinas, en la relativamente baja prevalencia encontrada en este estudio.

Se encontró también una alta prevalencia de deficiencia de vitamina A, aunque moderada en intensidad. Si los datos pudieran extrapolarse al resto del país debería considerarse, según criterio de la OMS, como un problema severo de salud pública. Los valores de retinol sérico encontrados en este estudio son inferiores a los reportados por Montilva et al (21) en niños menores de 7 años de

comunidades suburbanas de Barquisimeto ($27,13 \pm 7,6 \mu\text{g/dL}$) y por De Abreu et al. (22) en 47 niños eutróficos con edades entre 6 y 10 años ($26,7 \pm 4,8 \mu\text{g/dL}$) evaluados en un centro de atención nutricional del oeste Caracas. También son inferiores a los reportados para niños entre 7 y 10 años de edad ($36,8 \pm 9,15 \mu\text{g/dL}$), provenientes de una comunidad marginal de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo (23) y a los de una muestra de niños marginales urbanos y rurales estudiada por Amaya et al. (24) en el Estado Zulia donde la concentración promedio alcanzó $34,4 \pm 18,0 \mu\text{g/dL}$.

Los datos de hierro aunque indican una prevalencia de anemia relativamente baja, presentan deficiencia de hierro en casi 70% de la muestra. De acuerdo a estos resultados, los niños se encuentran en el primer estadio de la depleción de hierro, sin asociarse a consecuencias fisiológicas adversas, pero representando una importante vulnerabilidad.

El presente estudio muestra que los escolares estudiados tienen una dieta monótona en la que los 4 alimentos más consumidos son cereales. El cereal más consumido (harina de maíz precocida) está fortificado, lo que probablemente explica que a pesar que la dieta sea inadecuada para vitamina A (48%), hierro (39%) y riboflavina (6%), este alimento está aportando algo de estos nutrientes como lo demuestra que el porcentaje de inadecuación de vitamina B6, que no es añadida a la harina de maíz precocida, alcanza el 80%.

La mayoría de la muestra presentó estado nutricional antropométrico y composición corporal normales. Este hallazgo no se correlaciona con los datos de consumo que indican una adecuación deficiente para calorías, vitamina B6, vitamina A, proteínas y hierro y un exceso de riboflavina. Sin embargo, las deficiencias de riboflavina (16%), retinol sérico (57%), hierro (67%) y la prevalencia de anemia (14%), coinciden en el grado de severidad, con las adecuaciones de consumo.

Los resultados del presente estudio, que intenta correlacionar variables de consumo provenientes de entrevistas y parámetros cuantificables experimentalmente como son las mediciones antropométricas y las determinaciones bioquímicas, muestran que no fue posible obtener una relación directa entre el consumo reportado de riboflavina, hierro o vitamina A con el estado nutricional o las alteraciones hematológicas de estos parámetros. En general los datos de consumo y la adecuación de la dieta se correlacionan con las deficiencias encontradas en las pruebas hematológicas, mientras que los datos antropométricos no se ven afectados de manera

tan marcada, aunque se encontró correlación lineal positiva entre las variables área muscular y área grasa, y el consumo de energía, proteínas, grasa, hierro y riboflavina.

Si bien es cierto que se encontró 19% de desnutrición, lo cual representa un problema de urgente atención, los casos no necesariamente se correlacionaron con los que presentaron anemia o deficiencia de riboflavina o retinol. Esto tiene implicaciones importantes sobre el uso aislado de indicadores, que podrían no estar mostrando la real magnitud de un problema nutricional, especialmente de micronutrientes.

En conclusión se encontró una dieta poco variada, deficitaria en calorías, vitamina B6, vitamina A, proteínas y hierro y excesiva en riboflavina, con un estado nutricional antropométrico y de composición corporal normales. En general los datos de consumo y la adecuación de la dieta se correlacionan con las deficiencias encontradas en las pruebas hematológicas, mientras que los datos antropométricos no se ven afectados de la misma manera.

Referencias

1. International Food Policy Research Institute. Combatiendo el Hambre Oculta. Abril 2000. Una visión de la alimentación, la agricultura y el medio ambiente. En <http://www.ifpri.org/Spanish/2020/newslet/0400/s0400.htm>. 22/07/2011.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Significado de las nuevas cifras sobre el hambre. En <http://www.fao.org/spanish>. 01/08/2011
3. Manzini J. En: Declaración de Helsinki. Principios Éticos para la Investigación Médica sobre sujetos humanos. Análisis de la 5ª Reforma, aprobada por la Asamblea General de la Asociación Médica Mundial en octubre del año 2000, en Edimburgo. Act. Bidet. 2000; Año VI. Nº 2: 321-334.
4. Fundacredesa, Ministerio de Salud y Desarrollo Social: Indicadores de Situación de Vida y Movilidad Social Años 1995-2001. Estudio Nacional. Tomo II. Fundacredesa; 2001.
5. Menchú MT. Revisión de las metodologías para estudios del consumo de alimentos. Publicación INCAP ME/015. Organización Panamericana de la Salud (OPS) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); 1993: 43 - 46.
6. Instituto Nacional de Nutrición (INN) Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana

- (revisión 2.000). Marco E, Landaeta de Jiménez M, Meza CR, Bengoa JM y Chávez JF, editores. Cuadernos azules, 2000.
7. Grosby W, Munn Y and Furth F. Determination of hemoglobin in blood. *UAF Med J* 1954; 5: 693-703.
 8. Gibson R. Assessment of riboflavin status. In: *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press. Inc. New York; 2005. p. 553 - 574.
 9. Chow F, Omaye S. Use of antioxidants in the analysis of vitamins A and E in Mammalian plasma by high performance liquid chromatography. *Lipids* 1983; 18(11): 837-841.
 10. International Committee for Standardization in Hematology. Recommendation for measurement of serum iron in human blood. *Brit. J. Haematol.* 1978; 38: 291-294.
 11. Taylor PG, Martínez-Torres C, Méndez-Castellano H, Bosch V, Leets I, Tropper E y Layrisse M. The relationship between iron deficiency and anemia in Venezuela children. *Am J Clin Nutr.* 1993; 58: 215 - 218.
 12. Gibson R. Assessment of Iron status. In: *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press. Inc. New York; 2005. p. 553 - 574.
 13. Velazco Y, Velazco E. Diagnóstico Presuntivo del Estado Nutricional en Niños y Adolescentes. EVANUT. 2005. Versión 1.0
 14. Fundacredesa, Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Estudio Condiciones de Vida de la Población del Estado Vargas 2.002. Tomo II.
 15. Boccio J, Salgueiro J, Lysionek A et al. Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. *Arch Lat Nutr.* 2003; 53 (2): 119-132.
 16. Avila A, Aular A. Estado de la riboflavina en escolares del suroeste de Caracas. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Profesor Asistente en la Universidad Central de Venezuela; 2003, p.80 - 84.
 17. Bamji M, Sarma K, Radhaiah G. Relationship between biochemical and clinical indices of B-vitamin deficiency. A study in rural school boys. *Br J Nutr.* 1979; 41: 431-441.
 18. Nontasut P, Changbumrung S, Muennoo C, Hongthong K, Vudhivai N, Sanguankiat S. y Yaemput S. (1996) Vitamin B1, B2 and B6 deficiency in primary school children infected with hookworm. *Southeast Asian J Trop Med Pub Health.* 1996; 27: 47-50.
 19. Shaw N, Wang J, Pan W, Liao P, Yang F. Thiamin and riboflavin status of Taiwanese schoolchildren. *Asia Pac Clin Nutr.* 2007; 16 (Suppl 2): 564-571.
 20. Rohner F, Zimmermann M, Wegmueller R, Tschannen A, Hurrell R. Mild riboflavin deficiency is highly prevalent in school-age children but does not increase risk for anaemia in Côte d'Ivoire. *Brit J Nutr.* 2007; 97: 970-976.
 21. Montilva M, Nieto R, Ferrer M et al. Vitamina A en niños menores de 7 años de comunidades suburbanas. Barquisimeto-Venezuela. *An Venez Nutr.* 2001; 14 (1): 15-19.
 22. De Abreu J, Borno S, Montilla M. y Dini E. Anemia y deficiencia de vitamina A en niños evaluados en un centro de atención nutricional de Caracas. *Arch Latinoam Nutr.* 2005; 52 (3): 226-234.
 23. Páez M, Solano L, Del Real S. Indicadores de riesgo para la deficiencia de vitamina A en menores de 15 años de una comunidad marginal de Valencia, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.* 2002; 52 (1): 12-19.
 24. Amaya-Castellanos D, Vilorio-Castejón H, Ortega P, Gómez G, Urrieta JR, Lobo P, Estévez J. Deficiencia de vitamina A y estado nutricional antropométrico en niños marginales urbanos y rurales en el Estado Zulia Venezuela. *Invest Clin.* 2002, 43(2): 3-9.
 25. García-Casal MN. La deficiencia de hierro como problema de Salud Pública. *An Venez Nutr.* 2005; 18 (1): 45-48.

Recibido: 22-04-2012

Aceptado: 27-08-2012