

## COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE NIÑOS CON ACIDOSIS METABÓLICA Y ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO.

Amada España (1), Lyl Belisario (2), Beatriz Giannastacio (3),  
Michelle López L. (4)

Recibido: 29-11-2018  
Aceptado: 10-03-2019

### RESUMEN

La acidosis metabólica es causa de retardo del crecimiento en la población pediátrica debido a sus efectos sobre el metabolismo óseo, muscular y hormonal. El equilibrio ácido-base puede ser alterado por una dieta de elevado contenido ácido. **Objetivo:** Determinar las características de la dieta de los pacientes referidos por acidosis metabólica y alteraciones del crecimiento a la consulta nefrológica del Centro Médico Docente La Trinidad desde mayo 2017 a febrero 2018. **Métodos:** Se incluyeron 40 pacientes con edades entre 9 meses y 10 años. Se consideraron las siguientes variables: peso y talla; pH, HCO<sub>3</sub>, creatinina y electrolitos séricos; el consumo de energía, macronutrientes, frutas y hortalizas fue estimado mediante un Cuestionario de Frecuencia de Consumo y la Carga Ácida Potencial Renal (CAPR) según Remer y Manz. **Resultados:** 11 pacientes (27,5%) tenían déficit de peso y 18(45%) talla baja. La ingesta proteínica fue superior a los requerimientos recomendados en todos los pacientes. La CAPR fue positiva en todos los casos y se correlacionó directamente con el consumo de energía (p=0,002), proteínas (p=0,005), grasas (p=0,049) y carbohidratos (p=0,002). La creatinina sérica fue normal en todos los pacientes. Los valores para pH y HCO<sub>3</sub> séricos fueron 7,34±0,03 y 19,37±2,09 mEq/l respectivamente. **Conclusión:** La dieta de los niños y adolescentes estudiados resultó hiperproteica, deficiente en álcalis y de elevado contenido ácido. Se sugiere adecuar la ingesta proteínica e incrementar el consumo de frutas y hortalizas como estrategia coadyuvante del tratamiento alcalinizante en niños con acidosis metabólica y alteraciones del crecimiento.

**Palabras clave:** Acidosis metabólica, talla baja, déficit ponderal, Carga Ácida Potencial Renal, dieta ácida

### DIET COMPOSITION IN CHILDREN WITH METABOLIC ACIDOSIS AND FAILURE TO THRIVE.

#### SUMMARY

Metabolic acidosis is a cause of failure to thrive in the pediatric population due to its effects on bone, muscle and hormonal metabolism. Acid-base balance may be altered by diets with a high acid load. **Objective:** To determine the characteristics of the diet in patients referred to the nephrology outpatient clinic of the Centro Médico Docente La Trinidad with metabolic acidosis and failure to thrive between May 2017 and February 2018. **Methods:** Forty patients with ages between 9 months and 10 years were included. The following variables were determined: weight and height; serum pH, HCO<sub>3</sub>, creatinine and electrolytes; energy, macronutrients, fruits, and vegetable intake was assessed with a Food Frequency Questionnaire. Potential Renal Acid Load (PRAL) was estimated according to the method by Remer and Manz. **Results:** Weight and height were under normal values in 11 (27, 5%) and 18 (45%) of the patients, respectively. Protein intake was above recommended requirements in all patients. PRAL was positive in all cases and was positively correlated with energy (p=0,002), protein (p=0,005), fat (p=0,049) and carbohydrate (p=0,002) intake. Serum creatinine was normal in all patients. X and SD for serum pH and HCO<sub>3</sub> were 7.34±0.03 and 19.37±2.09 respectively. **Conclusion:** Diet consumed by children in this study was high in protein, deficient in alkali, and high in its acid load. Adequate protein intake and high consumption of fruits and vegetables are suggested as part of alkalinizing treatment in children and adolescents with metabolic acidosis and failure to thrive.

**Keywords:** Metabolic acidosis, short stature, low weight, Potential Renal Acid Load, acid diet.

## INTRODUCCIÓN

El análisis antropométrico constituye una parte muy importante de la consulta pediátrica, ya que permite evidenciar alteraciones en el desarrollo pondoestatural. La acidosis metabólica es parte de la etiopatogenia del déficit ponderal, debido a sus efectos negativos sobre el metabolismo óseo, mus-

cular y hormonal. Durante los últimos años se ha prestado atención creciente a la influencia que puede ejercer la dieta sobre la homeostasis ácido base del organismo (1-4). Esta influencia es particularmente importante con la dieta de origen occidental debido a su elevado contenido en elementos formadores de ácido provenientes de alimentos de origen animal, en comparación con los alimentos alcalinos precursores del anión bicarbonato contenidos en el grupo de frutas y hortalizas (5). El exceso en el consumo de proteínas, especialmente las de origen animal aumenta la carga ácida de la dieta por su contenido de aminoácidos azufrados. Esta carga ácida puede generar acidosis metabólica que a su vez induce los mecanismos amortiguadores del organismo con sus consecuentes efectos sobre la disminución del contenido mineral óseo (6,7).

El efecto acidificante del exceso en el consumo de proteínas es contrarrestado por la ingesta de frutas y hortalizas debido a su elevado contenido en precursores de bicarbonato.

- (1) Residente de tercer año. Residencia de Postgrado en Pediatría. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas.
- (2) Residente de segundo año. Residencia de Postgrado en Pediatría. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas.
- (3) Residente de segundo año. Residencia de Postgrado en Pediatría. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas.
- (4) Nefrólogo pediatra. Caracas. Departamento de Pediatría. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas. Servicio de Nefrología. Hospital de Niños JM de los Ríos.

Autor corresponsal:  
Michelle López / michellelopez27@gmail.com / Tlf: 58-0412-2337485

La combinación de alimentos ácidos y básicos es la que condiciona la carga ácida de la dieta, la cual puede medirse mediante diferentes técnicas. El método de Frassetto utiliza la relación proteína/potasio y considera en su ecuación un componente de cada lado del balance ácido base (8). Por otra parte, el método preconizado por Remer y Manz estima la Carga Ácida Potencial Renal (CAPR) mediante la producción endógena de ácido en exceso del nivel de álcali producido por una cantidad determinada de alimentos ingeridos diariamente (9). Las bases fisiológicas del cálculo de la CAPR consideran las diferentes ratas de absorción intestinal de minerales y de proteínas sulfuradas, así como también del sulfato producido por el metabolismo proteico.

En la literatura mundial han sido escasos los estudios publicados sobre la carga ácida de la dieta en personas sanas, especialmente en niños (10-13). En la edad pediátrica, el único estudio encontrado en la literatura hispanoamericana sobre CAPR en niños sanos fue publicado por López-Sayers y col en niños de 2 a 6 años (14). Estos autores reportan que la mayoría de los niños estudiados consumían una dieta con una CAPR elevada como consecuencia de una ingesta de proteínas superior a los requerimientos recomendados para esa edad y de una ingesta deficiente de frutas y hortalizas. No se encontraron estudios en la literatura mundial sobre la carga ácida de la dieta en niños con alteraciones del crecimiento y acidosis metabólica. El presente trabajo tiene por objeto determinar la composición de la dieta de los pacientes referidos a la consulta de Nefrología Pediátrica del Centro Médico Docente La Trinidad con alteraciones del crecimiento y acidosis metabólica.

## MÉTODOS

La presente es una investigación exploratoria, transversal y descriptiva. Se analizaron las características de la dieta de los pacientes que acudieron a la consulta de Nefrología Pediátrica del Centro Médico Docente La Trinidad con acidosis metabólica. El universo estuvo constituido por 400 pacientes con edades comprendidas entre los 6 meses y 12 años que asistieron a la consulta de nefrología pediátrica en el período de mayo de 2017 a febrero de 2018. Muestra no probabilística, constituida por 46 pacientes seleccionados de manera intencional, los cuales cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Institución y se obtuvo el Consentimiento Informado por los padres o representantes.

### Criterios de Inclusión:

Niños de ambos sexos con edades comprendidas entre los 6 meses y 12 años quienes fueron referidos por sus pediatras a la consulta ambulatoria de nefrología pediátrica del CMDLT por presentar acidosis metabólica. Los motivos por los cuales los pediatras tratantes habían solicitado el estudio de gases venosos incluían peso o talla bajos, descanalización

en los percentiles de talla o de peso e inapetencia. Estos motivos fueron expresados por los padres durante el interrogatorio, aunque en la mayoría de los casos no se lograron obtener datos específicos en cuanto a peso y talla previos a la consulta nefrológica

### Criterios de exclusión:

Malformaciones congénitas de riñón o vías urinarias, patologías renales agudas o crónicas, otras patologías crónicas (diabetes mellitus, cardiopatías, hipotiroidismo, enfermedad renal crónica, malnutrición severa o cáncer), cuadros agudos febriles o gastrointestinales y tratamientos con antibióticos o antipiréticos que interfirieran con la ingesta habitual o que pudiesen inducir acidosis metabólica transitoria.

### Parámetros antropométricos:

El peso y la talla fueron determinados mediante balanzas y estadiómetros apropiados para cada edad y los percentiles para peso y talla fueron estimados mediante las gráficas de crecimiento de Peso y Talla para la Edad según la Organización Mundial de la Salud (15). Las mediciones fueron realizadas por el personal de enfermería del Servicio de Pediatría de la institución, el cual siempre fue el mismo, salvo raras excepciones. No se calcularon las velocidades de crecimiento previas a la consulta debido a que en muchos casos no se contaba con los valores de peso y talla previos por ser pacientes referidos de otros centros de salud.

### Estimación de la composición de la dieta

Para la estimación de la composición de la dieta se utilizó un Cuestionario de Frecuencia de Consumo (CFC) diseñado por el Departamento de Nutrición y Dietética (DND) de la institución para evaluar la frecuencia de consumo por grupo de alimentos. Las encuestas dietéticas fueron aplicadas a los padres o representantes al ingresar el paciente al estudio y fueron realizadas por tres de los autores entrenados por el personal del DND de la Institución. Para la elaboración del CFC se utilizaron como herramientas de apoyo modelos tridimensionales, tazas y cucharas medidoras para la estimación de la porción servida (16). Este cuestionario incluyó 43 alimentos de 7 grupos y la frecuencia de consumo durante el último mes se clasificó en cuatro categorías: diaria, semanal, mensual y nunca. Las respuestas obtenidas del CFC sobre el de número de veces que era consumido cada ítem a la semana o al mes se extrapolaron al número de veces que eran consumidos al día. Posteriormente se calcularon los g/día multiplicando las frecuencias de consumo de cada ítem por el peso estimado de la porción servida. Dividiendo este valor por el peso en kg, se obtuvieron los valores para g/kg/día. Por último, se calculó la media diaria de ingesta energética y distribución de macronutrientes en base a las Tablas Venezolanas de composición de alimentos

El CFC permitió identificar los grupos de alimentos precursores de ácidos y los precursores de álcalis que pudieran

influir de manera positiva o negativa en la CAPR de la dieta. Los productos lácteos y cárnicos (carne de res, pescados, pollo, embutidos), así como los cereales y granos son formadores de ácidos, mientras que las frutas y hortalizas son formadores de base. Los 45 ítems del CFC se agruparon en 7 grupos de alimentos: 1.- Lácteos (leche, yogurt, queso); 2 - Proteicos de origen animal (huevos, carne de res, pescado, pollo, embutidos), 3.- Almidones (pan, arepa o bollito, galletas, cereales cocidos, cereales secos, granos, arroz, pastas), 4.- Vegetales (berenjena, brócoli, calabacín, coliflor, espinacas, lechuga, pepino, repollo, tomate, zanahoria, cebolla, vainitas, otros); 5.- Verduras (papas, apio, ocumo, ñame, auyama, plátano); 6 - Frutas (cambur, guayaba, naranja, lechosa, mandarina, melón, patilla, parchita, piña, mango, otras); 7.- Grasas (aceite, margarina o mantequilla, aguacate),

Se determinó la ingesta de nutrientes en base a energía, proteínas, grasas y carbohidratos comparándola con los Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana (17). La ingesta de frutas y hortalizas se cuantificó en gramos/día y se comparó con los requerimientos recomendados para cada grupo de edad (18)

La adecuación nutricional de las dietas se calculó utilizando como referencia la propuesta del National Research Council 1989, la cual considera porcentajes de <85, de 85 a 115 y > de 115, como consumos bajo, adecuado y alto respectivamente (19).

#### Consumo de los alimentos según la CAPR:

Tomando como base la lista de alimentos con su nivel de CAPR establecida por Remer y Manz en 1995 (9), se calculó en cada paciente la CAPR de los alimentos consumidos por medio de una regla de tres. La CAPR se calcula a partir de la ingesta diaria de nutrientes con base a 100 g de alimento cocido y se deriva de la fórmula de cálculo para la excreción neta de ácido por el método indirecto. Los valores negativos de la CAPR indican un exceso de formadores de base (frutas y hortalizas) y valores positivos indican un exceso de formadores de ácidos (pescado, carne y productos cárnicos, cereales, granos, leche y otros productos lácteos).

#### Parámetros de laboratorio:

Los parámetros de laboratorio analizados fueron: gases venosos, creatinina y electrolitos séricos. Los gases venosos fueron analizados por métodos potenciométricos con electrodos ion-selectivos. En relación a la determinación de los gases venosos, es importante señalar que estos fueron realizados en distintos laboratorios, ya que muchos pacientes ya traían los resultados a la consulta por haber sido solicitados por sus pediatras. Una variable que sí se controló en todos los casos fue que la muestra de sangre hubiese sido tomada en el período post prandial (entre 1 y 4 horas después de la última comida). La creatinina y los electrolitos séricos fueron analizados por métodos colorimétricos. Los criterios para definir acidosis metabólica fueron niveles de bicarbonato séricos in-

feriores a 22 mEq/l en niños menores de 2 años, e inferiores a 23 mEq/l en niños mayores de 2 años. Los valores de pH sanguíneo inferiores a 7,35 fueron considerados como acidemia. En los casos en que se sospechaba la existencia de acidosis tubular renal no se logró realizar las pruebas de acidificación tubular debido a que no había disponibilidad de los reactivos requeridos.

#### Análisis estadístico:

Todos los datos fueron sometidos al análisis estadístico mediante el programa SPSS para Windows versión 17.0. Se aplicaron estadísticas descriptivas básicas (media, desviaciones estándar, valor máximo y mínimo y frecuencias). Se aplicaron adicionalmente estadísticas bivariadas utilizando las correlaciones de Pearson entre la CAPR de la dieta y el consumo energético, de macronutrientes y de raciones de frutas y hortalizas consumidas diariamente. En cada uno se determinó el nivel de significancia considerando al menos un p valor < 0,05 (20).

## RESULTADOS

Se evaluaron un total de 40 pacientes, 18 (45%) de sexo femenino y 22 (55%) de sexo masculino. El rango de edad estuvo comprendido entre 9 meses y 10 años: 20 pacientes (50%) menores de 2 años, 13 pacientes (32,50%) entre 2 y 6 años y 7 pacientes (17,50%) mayores de 6 años.

#### Evaluación antropométrica

Veintinueve pacientes (72,5%) se encontraron dentro del rango normal para el indicador peso-edad, mientras que 11 pacientes (27,5%) tenían déficit de peso. En cuanto a la talla, 18 pacientes (45%) tuvieron talla baja y 22 pacientes (55%) talla normal.

#### Composición de la dieta:

El consumo de energía y macronutrientes para la muestra total se describe en la Tabla 1. En relación al consumo de calorías, la media en el subgrupo de niños menores de 2 años fue de 142,82 Kcal/kg/día, de 164,02 Kcal/kg/día en los de 2 a 6 años y de 88,89 Kcal/kg/día en los mayores de 6 años. Para la ingesta de proteínas, en el subgrupo de niños menores de 2 años la media fue de 5,79 gr/k/día, de 6,93 gr/kg/día en los de 2 a 6 años y de 3,17 gr/kg/día en los mayores de 6 años. Esta ingesta resultó superior a los requerimientos recomendados para cada edad en el 100% de la muestra.

La adecuación nutricional de la dieta de los pacientes estudiados se especifica en la Tabla 2. En el caso de la ingesta proteica, esta adecuación resultó elevada en todos los pacientes con una media de 561,99%, un valor mínimo de 175,79% correspondiente a un paciente de 11 meses y un valor máximo de 1482,57% en una paciente de 2 años y 5 meses.

**Tabla 1.- Consumo diario de nutrientes y energía de la dieta**

Energía y Nutrientes	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Calorías (Kcal/día)	436	3994	1696,44	762,74
Calorías (Kcal/kg/día)	44,17	353,45	140,27	65,95
Proteínas (g/día)	16,70	167,53	70,09	36,17
Proteínas (g/kg/día)	1,76	14,83	5,76	3,06
Grasas (g/día)	9,00	328,04	95,26	82,69
Grasas (g/kg/día)	0,83	29,82	4,71	7,25
Carbohidratos (g/día)	60,78	602,24	252,30	114,88
Carbohidratos (g/kg/día)	6,16	53,30	20,90	9,56

D.S: Desviación estándar

**Tabla 2.- Adecuación del consumo de energía y proteínas de la dieta**

Adecuación de nutrientes	Consumo bajo < 85% n (%)	Consumo adecuado 85 a 115% n (%)	Consumo alto > 115% n (%)
<b>De 6 meses a 2 años (n=20)</b>			
Energía	4 (20%)	3 (15%)	13 (65%)
Proteínas	0	0	20 (100%)
<b>De 2 a 6 años (n=13)</b>			
Energía	0 (0%)	1 (7,7%)	12 (92,3%)
Proteínas	0	0	13 (100%)
<b>De 6 a 12 años (n=7)</b>			
Energía	0 (0%)	5 (71,4%)	2 (28,6%)
Proteínas	0 (0%)	0 (0%)	7 (100%)
<b>TOTAL (n=40)</b>			
Energía	4 (10%)	8 (20%)	28 (70%)
Proteínas	0 (0%)	0 (0%)	40 (100%)

**Tabla 3.-Carga Ácida Potencial Renal**

Sexo	Mínimo	Máximo	Media	D.S.
Niños (n=22)	9	42	23,89	9,81
Niñas (n=18)	4	73	23,58	16,90
Total (n=40)	4	73	23,75	13,28

D.S. Desviación estándar

**Tabla 4. Correlaciones de Pearson entre la CAPR (mEq/día) y el consumo de energía, nutrientes y raciones de frutas y hortalizas**

Consumo de Energía y nutrientes	r	p
Calorías/kg/día	0,435	0,002
Proteínas (g/kg/día)	0,434	0,005
Grasas (g/kg/día)	0,313	0,049
Carbohidratos (g/kg/día)	0,472	0,002
Raciones de frutas/día	0,398	>0,05
Raciones de hortalizas/día	-0,058	>0,05

### Consumo de Frutas y Hortalizas

El consumo de frutas estuvo por debajo de los requerimientos recomendados en 20 (50%) de los pacientes evaluados, especialmente en el grupo de menores de 2 años. El consumo de hortalizas estuvo por debajo de lo recomendado en el 85,4%, con igual predominio en los niños menores de 2 años.

### Carga ácida potencial renal de la dieta

La CAPR se especifica en la Tabla 3. El 100% de los pacientes estudiados presentaron un desequilibrio ácido-base en su dieta, con un predominio de las cargas ácidas. La CAPR de la dieta fue similar en ambos sexos con una media de 23,89 ± 9,81 mEq/día para los niños y de 23,58 ± 16,90 mEq/día para las niñas.

Correlaciones de la CAPR de la dieta con el consumo de energía, macronutrientes, frutas y hortalizas.

En la Tabla 4 se especifica la correlación de la CAPR de la dieta (mEq/día) de los pacientes con el consumo de energía y nutrientes. Se observó una correlación positiva estadísticamente significativa entre la CAPR de la dieta y el consumo de energía en calorías/kg/día (p=0,002), proteínas en g/kg/día (p=0,005), grasas en g/kg/día (p=0,049) y carbohidratos en g/kg/día (0,002). La relación de la CAPR con el consumo de frutas y hortalizas no fue significativa.

### Valores de laboratorio

Los valores obtenidos para pH y bicarbonato sérico se especifican en la Tabla 5. Dieciocho pacientes (45%) presentaron niveles de pH por debajo de lo normal. En relación al bicarbonato sérico, del grupo de 21 pacientes menores de 2 años, 19 (90,47%) presentaron niveles séricos por debajo de 22 mEq/L, mientras que 18 pacientes de los 19 mayores de 2 años (94,73%) presentaron niveles séricos por debajo de 23 mEq/L. La creatinina sérica fue normal en todos los pacientes.

Se consignaron resultados de niveles séricos de cloro en 15 de los pacientes estudiados (37,5%), de los cuales 10 tuvieron valores normales (99-108 mEq/l) y 5 mostraron hipercloremia (>108 mEq/l.)

## DISCUSIÓN

Las formas más graves de la acidosis metabólica en los niños son la acidosis tubular renal y la producida por la insuficiencia renal crónica. Las consecuencias de la acidosis cuando se prolonga en el tiempo son múltiples, incluyendo

**Tabla 5.-Resultados de Laboratorio**

Laboratorio	Mínimo	Máximo	Promedio	D.S.
pH	7.28	7.43	7.34	0.03
Bicarbonato	14.3	24	19.37	2.09

D.S: Desviación Estándar

efectos sobre el metabolismo óseo, muscular y hormonal (21-25). La acidosis metabólica ejerce un efecto anti-anabólico en los centros de crecimiento óseo, lo cual puede explicar la alteración del crecimiento longitudinal. Adicionalmente, la exposición crónica al medio ácido altera la expresión del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1), factor determinante del crecimiento y contenido mineral del hueso y de la acción de la hormona de crecimiento (26-28).

Durante los últimos años ha ocurrido un aumento en el número de niños con alteraciones del crecimiento que son referidos a la consulta de nefrología pediátrica para descartar el diagnóstico de acidosis tubular renal. En relación a la frecuencia de esta tubulopatía, han sido pocos los estudios realizados en nuestro medio. En 2001 Orta y col publicaron un estudio multicéntrico que abarcó 15 centros hospitalarios de Venezuela e incluyó 4018 pacientes pediátricos, en 6 % de los cuales se registró el diagnóstico de acidosis tubular (29). En México, Muñoz Arispe y col publican una actualización en acidosis tubular renal a propósito de la observación de estos autores en relación al sobrediagnóstico de acidosis tubular en la población pediátrica de ese país, atribuyendo este hecho a la implementación inadecuada de los métodos diagnósticos (30). Esta observación es corroborada posteriormente por Medeiros y col en un reporte de 3 casos clínicos de acidosis tubular en pacientes mexicanos (31)

Todos los pacientes reportados en el presente estudio fueron referidos a la consulta de nefrología pediátrica por presentar acidosis metabólica asociada a poca ganancia de peso o de talla, de acuerdo a la referencia de los pediatras. En más de la mitad de los pacientes en quienes la talla o el peso se encontraban normales, la ganancia deficiente de peso o de talla que había motivado la referencia, se había traducido en una descanalización en los percentiles de talla o de peso. En la mayoría de los pacientes no se logró obtener los datos relativos al crecimiento previo a la consulta. Todos ellos traían el reporte de los gases venosos que había sido solicitado por sus pediatras. Sin embargo, el cloro sérico había sido determinado en menos de la mitad de los pacientes, por lo cual no fue posible la clasificación de la acidosis metabólica en hiperclorémica o normoclorémica en todos los casos. Sólo en 5 pacientes en quienes se evidenció hiperclorémia era posible sospechar el diagnóstico de acidosis tubular renal, la cual no fue comprobada debido a que este estudio no incluyó la realización de pruebas de acidificación tubular. En el resto de los pacientes en quienes se obtuvieron los valores de cloro sérico, estos se encontraban dentro de los rangos normales, hecho que descarta el diagnóstico de acidosis tubular renal. En presencia de acidosis metabólica normoclorémica en niños aparentemente sanos, en quienes se excluyeron patologías agudas y crónicas que pudiesen explicar dicho trastorno, se plantea como posible etiología la composición ácida de la dieta, ya que en la mayoría de los niños estudiados se comprobó una CAPR elevada. Un incremento moderado de los niveles de hidrógeniones resultante de una composición ácida de la dieta

puede producir una disminución en la concentración de bicarbonato extracelular con la consecuente producción de una forma leve o subclínica de acidosis metabólica que incrementa la resorción ósea para liberar sales alcalinas como mecanismo amortiguador. Esta acidosis sub clínica puede conducir a una disminución gradual y progresiva del contenido mineral óseo y de la síntesis proteica con su consecuente efecto sobre el retardo del crecimiento (32-35). El exceso en el consumo de proteína animal, cereales y granos ha mostrado tener el efecto de disminuir el pH sanguíneo (mayormente dentro de los rangos normales), principalmente debido al metabolismo de aminoácidos sulfurados, tales como cisteína y metionina (36,37). Los aniones  $SO_4$  y  $PO_4$  producto del metabolismo proteico y especialmente de estos aminoácidos serían los responsables del hiato aniónico elevado que caracteriza la acidosis metabólica normoclorémica, posiblemente prevalente en los pacientes de este estudio.

El consumo de proteínas estuvo elevado en todos los niños del presente estudio cuando se comparó con los requerimientos de proteínas recomendados para ambos sexos independientemente de su edad. La media del consumo de proteínas en g/kg/día estuvo muy por encima de los rangos establecidos en los Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana (17). Por otra parte, el consumo de frutas estuvo por debajo de lo recomendado en la mitad de los pacientes, mientras que el de hortalizas fue deficiente en la mayoría de los casos estudiados. Estos resultados son similares a los hallazgos de estudios nacionales e internacionales que coinciden en reportar un consumo de proteínas superior y una ingesta de frutas y hortalizas inferior a las recomendaciones establecidas internacionalmente (38-44)

En cuanto a la CAPR, la totalidad de los niños estudiados presentó un desequilibrio ácido base en su dieta, con un predominio de las cargas ácidas, lo cual posiblemente tiene su explicación en el alto consumo de alimentos formadores de ácidos, como son la mayoría de las fuentes de proteína animal y vegetal, y por el bajo consumo de alimentos formadores de álcalis como son las frutas y hortalizas. Estos resultados coinciden con los reportados por López-Sayers y col, quienes encontraron una CAPR elevada en niños venezolanos de 2 a 6 años (14). Estos valores fueron mayores a los reportados por Ute y col en niños alemanes con edades similares (3-7 años) y aún más elevados a los de los niños de 8-14 años del mismo estudio (5). A diferencia de lo reportado por los autores mencionados anteriormente, quienes encontraron una mayor carga ácida en los niños en comparación con las niñas, en el presente estudio la CAPR fue similar en ambos sexos. Cuando se relacionó la CAPR de la dieta con el consumo de energía y nutrientes se obtuvo una correlación positiva y estadísticamente significativa con la ingesta calórica y con la de proteínas, grasas y carbohidratos. Esta correlación positiva entre la CAPR y la ingesta de energía y nutrientes también ha sido reportada en estudios previos, incluyendo uno realizado en adolescentes chinos (7,14,35). Por otra parte, la correla-

ción con la ingesta de frutas y hortalizas no presentó significación estadística.

La ingesta elevada de proteínas en los niños del presente estudio concuerda con la creencia prevalente en la sociedad moderna que tiende a favorecer el consumo de proteínas, especialmente la de origen animal, por encima de los demás nutrientes. Esto es aún más evidente cuando se trata de niños con alteraciones del crecimiento, cuyos padres y abuelos insisten en aumentar la ingesta de lácteos y carnes en preferencia a otros alimentos especialmente las frutas y hortalizas. Este punto es importante para intentar explicar los valores elevados de la ingesta de proteínas en la totalidad de la muestra, a pesar de que durante el lapso en el cual se realizó el estudio (mayo de 2017 a febrero de 2018) el acceso a alimentos lácteos y fuentes de proteína animal estuvo bastante comprometido en Venezuela. Otra razón para explicar este hecho es que la población que asiste a la consulta de pediatría del CMDLT es, en su mayoría, de estratos sociales elevados. Sería de interés realizar un estudio similar en la Consulta de Medicina Comunitaria de la misma institución en la cual se atienden pacientes de estratos sociales más bajos.

Es importante señalar que la acidosis metabólica se asocia frecuentemente con hiporexia, y de hecho, fue reportada por algunos de los pacientes estudiados. En este sentido, el hallazgo de adecuaciones elevadas de energía en la mayoría de los pacientes parece contradictorio. Sin embargo, y aunque no fue registrado sistemáticamente, en muchos de los pacientes el interrogatorio reveló que la hiporexia posiblemente estaba relacionada con hábitos de alimentación inadecuados, tales como horarios con insuficiente separación entre las comidas que no permiten que el niño tenga deseos de comer antes de la próxima comida. Era frecuente oír a los padres decir que ofrecían alimentos a sus hijos con mucha frecuencia porque “nunca comían lo suficiente” en las comidas principales. En los menores de 2 años se reportaba que la ingesta de leche (teteros) era muy alta debido a que los padres preferían ofrecerlos en sustitución de las comidas. Estos hábitos podrían explicar que la mayoría de los pacientes tenían adecuaciones de energía elevadas, aún en presencia de lo que los padres referían como inapetencia.

El bajo consumo de frutas y hortalizas evidenciado en los pacientes de este estudio es consistente con lo reportado por múltiples estudios nacionales e internacionales y constituye un factor que complica el tratamiento nutricional de estos pacientes, ya que estos alimentos actúan como amortiguadores y permiten disminuir la carga ácida de la dieta sin disminuir el consumo de proteínas (44-47). Es evidente que el aumento en el consumo de frutas y hortalizas sería una excelente estrategia para el tratamiento de la acidosis metabólica que se presenta en estos pacientes con CAPR elevada.

Los resultados reportados en el presente trabajo constituyen el producto de la primera fase de un estudio que pretende evaluar el efecto de una intervención nutricional sobre la carga ácida de la dieta y el equilibrio ácido base en niños con

alteraciones del crecimiento y acidosis metabólica.

Las limitaciones del presente estudio incluyen el hecho de que las determinaciones de gases venosos fueron realizadas en distintos laboratorios, ya que estos fueron solicitados previamente por los pediatras para decidir la pertinencia de solicitar una consulta nefrológica. Otra limitación es el hecho de que en muchos casos no fue posible obtener los valores de peso y talla previos al ingreso de los pacientes al estudio y, por ende, no se logró determinar las velocidades de crecimiento previas al estudio.

Se concluye que la totalidad de los niños estudiados por déficit pondoestatural o descanalización en los percentiles de peso y talla asociados con acidosis metabólica tuvieron una dieta con carga ácida elevada condicionada por una ingesta de proteínas por encima de los requerimientos reportados para cada grupo de edad y una deficiente ingesta de frutas y hortalizas. Esta carga ácida elevada de la dieta se plantea como posible etiología de la acidosis metabólica, al menos en un número importante de los pacientes, lo cual sugiere como una alternativa terapéutica recomendable la intervención dietética mediante la adecuación apropiada de la ingesta proteica y el aumento de la ingesta de frutas y hortalizas. En este sentido es oportuno señalar el importante papel preventivo que deben tener los pediatras en la educación nutricional de sus pacientes a fin de evitar dietas con una carga ácida elevada.

## REFERENCIAS

1. Adeva MM, Souto G. Diet-induced metabolic acidosis. *Clin Nutr* 2011;30(4):416-421.
2. Vormann J, Remer T. Dietary, metabolic, physiologic, and disease-related aspects of acid-base balance: Foreword to the contributions of the second international acid-base symposium. *Nutr* 2008; 138 Suppl: 413-414.
3. Mitch WE. Metabolic and clinical consequences of metabolic acidosis. *J Nephrol* 2006; 19 Suppl 9:S70-5.
4. López M. Las dietas hiperproteicas y sus consecuencias metabólicas. *An Venez Nutr* 2009;22 (2): 95-104.
5. Ute A, Kersting M, Remer T. Potential renal acid load in the diet of children and adolescents: impact of food groups, age and time trends. *Public Health Nutr* 2008; Mar11(3):300-306.
6. Arnett TR. Extracellular pH regulates bone cell function. *J Nutr* 2008;138(2):415S-418S.
7. Ute A, Remer T, Manz F, Neu CM, Schoenau E. Long-term protein intake and dietary potential renal acid load are associated with bone modeling and remodeling at the proximal radius in healthy children. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:1107-1114.
8. Frassetto LA, Todd KM, Morris RC, Sebastian A. Estimation of net endogenous noncarbonic acid production in humans from diet potassium and protein contents. *Am J Clin Nutr* 1998;68:576-583.
9. Remer T, Manz F. Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH. *J Am Diet Assoc* 1995; 95:791-797.
10. Jurgen V, Hannelore D. The role of nutrition in human acid base homeostasis. *Eur J Nutr* 2001;40(5):187-188.
11. Kalhoff H, Manz F. Nutrition, acid-base status and growth in early childhood. *Eur J Nutr* 2001; 40(5):221-230.
12. Remer T. Influence of Diet on Acid-Base Balance. *Seminars Dialysis* 2000; 13(4):221-226.

13. Remer T. Influence of nutrition on acid-base balance-metabolic aspects. *Eur J Nutr* 2001; 40(5):214-220.
14. López Sayers M, Bernal J, López M. Carga ácida potencial renal de la dieta en niños de 2 a 6 años. *Arch Venez Puer Ped* 2012; 75 (3): 68-74
15. World Health Organization. The WHO Child Growth Standards 2006. Disponible en: <http://www.who.int/child-growth/en/> Fecha de consulta: 20/2/2018.
16. Gibson R. Principles of Nutritional Assessment. Segunda edición. Oxford University Press. 2005.
17. Fundación Bengoa. Alimentación y Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. ALAN;2013;63(4). Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2013/4/> Fecha de consulta: 20/11/2017
18. Carson-DeWitt R, Montemayor-Quellenberg M. Porciones de frutas y verduras para niños. *Cancer Care of Western New York*. Página en Internet. Disponible en <https://www.cancercarewny.com/content.aspx?chunkiid=127073>. Fecha de consulta: 20/2/2018
19. National Research Council (NRC). Subcommittee on the tenth edition of the RDAs. Recommended Dietary Allowances. Décima edición. National Academy Press. Washington 1989, pp. 52-77
20. Hernández S, Fernández C, Baptista L. Metodología de la investigación. Cuarta edición. Mc Graw Hill. Ciudad de México 2006, pp. 407 - 498
21. Remer T1, Manz F, Alexy U, Schoenau E, Wudy SA, Shi L. Long-term high urinary potential renal acid load and low nitrogen excretion predict reduced diaphyseal bone mass and bone size in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(9): 2861-8. doi: 10.1210/jc.2011-1005
22. Esche J1, Johner S1, Shi L1, Schönau E1, Remer T1. Urinary citrate, an index of acid-base status, predicts bone strength in youths and fracture risk in adult females. *J Clin Endocrinol Metab* 2016;101(12):4914-4921
23. Jehle S1, Krapf R. Effects of acidogenic diet forms on musculoskeletal function. *J Nephrol* 2010; 23 Suppl 16:S77-84.
24. Caso G, Garlick PJ. Control of muscle protein kinetics by acid-base balance. *Curr Op Clin Nutr Metab Care* 2005;8(1):73-76
25. Axelsson I. Effects of high protein intakes. *Nestle Nutr Workshop. Pediatr Program* 2006;58:121-129
26. Di Pietro A, Proverbio MR, Riccio E, Pescatore L, Tammaro V, Siani P et al. Growth deficiency and renal tubular acidosis. The possible etiopathogenic mechanisms. *Pediatr Med Chir* 1998; 20(4):261-262.
27. Greenbaum LA, Del Rio M, Bamgbola F, Kaskel F. Rationale for growth hormone therapy in children with chronic kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis* 2004;11(4):377-386.
28. Mahan JD, Warady BA. Consensus Committee Assessment and treatment of short stature in pediatric patients with chronic kidney disease: a consensus statement. *Pediatr Nephrol*. 2006;21(7):917-930
29. Orta N, Moriyón JC, Rendón C, Domínguez L, Sanna V, López M y col. Epidemiología de las enfermedades renales en niños en Venezuela. *Arch Venez Puer Ped* 2001;64(2):76-86
30. Munoz-Arizpe R, Escobar L, Medeiros M. Acidosis tubular renal en niños: conceptos actuales de diagnóstico y tratamiento. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2013;70:178-194. Disponible en <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462013000300002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462013000300002&lng=es&nrm=iso)>. [Fecha de consulta: 9/3/ 2018]
31. Medeiros M, Enciso S, Hernández AM, García Hernández HR, Toussaint G, Pinto C et al. Case report of renal tubular acidosis and misdiagnose. *Nefrología*. 2016;36(3):323-325. doi: 10.1016/j.nefro.2015.10.012.
32. Garcia AH, Franco OH, Voortman T, De Jonge EA, Gordillo NG, Jaddoe VW et al. Acid load in early life and bone health in childhood: the Generation R Study. *Am J Clin Nutr* 2015;102(6):1595-1603.
33. Remer T, Shi L, Alexy U. Potential renal acid load may more strongly affect bone size and mass than volumetric bone mineral density. *Bone* 2011;48(2):414-415
34. Remer T, Krupp D, Shi L. Dietary protein's and dietary acid load's influence on bone health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2014;54(9):1140-1150
35. Chan RSM, Woo J, Chan DCC, Cheung CSK, Lo DHS. Estimated net endogenous acid production and intake of bone health-related nutrients in Hong Kong Chinese adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63(4):505-512
36. Rutherford SM, Moughan PJ. Determination of sulfur amino acids in foods as related to bioavailability. *J AOAC Int* 2008; 91(4):907-913
37. Mårtensson J, Hermansson G. Sulfur amino acid metabolism in juvenile-onset nonketotic and ketotic diabetic patients. *Metabolism*. 1984;33(5):425-428.
38. Fulgoni VL 3rd. Current protein intake in America: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2004. *Am J Clin Nutr* 2008;87(5):1554S-1557S.
39. Ziegler EE. Consumption of cow's milk as a cause of iron deficiency in infants and toddlers. *Nutr Rev* 2011;69 Suppl 1:S37-42. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00431.x.
40. Portillo Z, Solano L, Fajardo Z. Riesgo de deficiencia de macro y micronutrientes en preescolares de una zona marginal; Valencia, Venezuela. *Invest Clín* 2004; 45:17-28
41. Torres-Cárdenas M, Mendez B, Landaeta-Jimenez M, Vazquez-Ramirez M. Consumo de alimentos y estado nutricional según estrato socioeconómico en una población infantil de Caracas. *Arch Venez Puer Ped* 2011;74: 2-9. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492011000200002&lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492011000200002&lng=es). [Fecha de consulta: 20/2/2018]
42. Nolan K, Schell LM, Stark AD, Gómez MI Longitudinal study of energy and nutrient intakes for infants from low-income, urban families. *Public Health Nutr* 2002; 5:405-412
43. Del Real SI, Fajardo Z, Solano L, Páez MC, Sánchez A. Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de Valencia-Venezuela. *Arch Latinoam Nutr* 2005; 53(3):279-86. Disponible en: [http://www.alanrevista.org/ediciones/2005-3/patron\\_consumo\\_alimentos.asp](http://www.alanrevista.org/ediciones/2005-3/patron_consumo_alimentos.asp). [Fecha de consulta: 20/2/2018].
44. Pizzorno J1, Frassetto LA, Katzinger J. Diet-induced acidosis: is it real and clinically relevant? *Br J Nutr* 2010;103(8):1185-1194. doi: 10.1017/S0007114509993047
45. Aerenhouts D1, Deriemaeker P, Hebbelinck M, Clarys P. Dietary acid-base balance in adolescent sprint athletes: a follow-up study. *Nutrients*. 2011;3(2):200-211. doi: 10.3390/nu3020200.
46. Deriemaeker P, Aerenhouts D, Hebbelinck M, Clarys P. Nutrient based estimation of acid-base balance in vegetarians and non-vegetarians. *Plant Foods Hum Nutr* 2010;65(1):77-82
47. Schwalfenberg GK. The alkaline diet: is there evidence that an alkaline pH diet benefits health? *J Environ Public Health*. 2012;727630. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3195546/>. [Fecha de consulta: 20/2/2018]