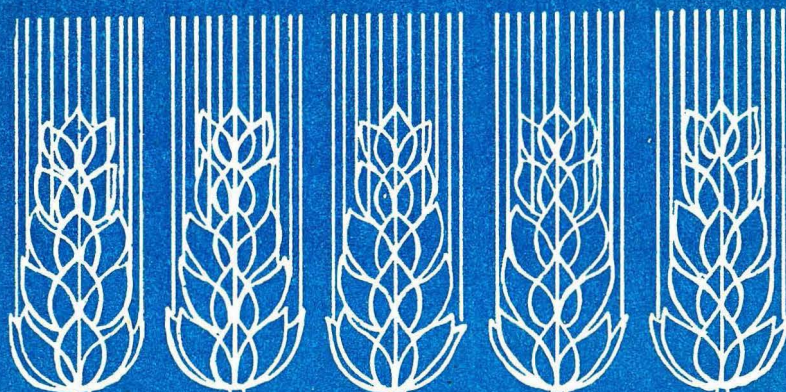


ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Archivos Latinoamericanos de Nutrición es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición pura y aplicada, en toda el área geográfica de la América Latina. En sus páginas se acogerán manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Artículos de investigación original; 2. Artículos de revisión bibliográfica; 3. Artículos de nutrición aplicada; 4. Cartas al Editor (discusión y aclaración de conceptos científicos con base en hechos experimentales u observaciones, máximo 3 páginas).

El precio de la suscripción es de U.S. \$ 6.00 por volumen, incluyendo correo.

---

Publicado con la ayuda económica del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela y de la Research Corporation, New York.

---

ENTIDADES PATROCINANTES

F. Hoffmann - La Roche & Co.

Productos Nestlé

---

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Apartado 2049, Caracas, Venezuela.

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

VOL. XXII

SEPTIEMBRE 1972

Nº 3

---

## SUMARIO

Pág.

---

### TRABAJOS GENERALES

Evaluación de la situación nutricional en grupos de población.—*Moisés Béhar* . . . . . 335

El nutricionista de Salud Pública y su contribución al desarrollo socio-económico de un país.—*Jaime Ariza Macías* . . . . . 343

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

Metodología en encuestas alimentarias entre pre-escolares.—*Marina Flores* . . . . . 356

Biochemical measurements in the assessment of the protein nutrition status.—*W. K. Simmons* . . . . . 385

Variations in urinary inorganic sulphate sulphur and urea nitrogen excretion in children on a rural african diet.—*W. K. Simmons* . . . . . 403

Efectos de la nutrición e infecciones sobre el desarrollo óseo de niños en una área rural de Guatemala. *Joao B. Salomón, Robert E. Klein, Miguel A. Guzmán y Cipriano Canosa* . . . . . 417

Nitrógeno urinario de perros adultos alimentados con una dieta sin nitrógeno y con diversas ingestas de calorías.— <i>Ricardo Bressani, Roberto A. Gómez Brenes y Luiz G. Elías.</i> . . . . .	451
Síntomas de toxicidad de selenio orgánico en ratas. <i>Werner G. Jaffé, Cristina de Mondragón, Miguel Layrisse y Adelaida Ojeda</i> . . . . .	467
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA . . . . .	483
LIBROS NUEVOS . . . . .	485

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

VOL. XXII

SEPTIEMBRE 1972

Nº 3

---

## CONTENTS

Page

### GENERAL PAPERS

Evaluation of the nutrition situation in population groups.—*Moisés Béhar* . . . . . 335

The public health nutritionist and his contribution to the socio-economic development of a country.—*Jaime Ariza Macías* . . . . . 343

### RESEARCH PAPERS

Methodological for dietary surveys among preschool children.—*Marina Flores* . . . . . 356

Biochemical measurements in the assessment of the protein nutrition status.—*W. K. Simmons* . . . . . 385

Variations in urinary inorganic sulphate sulphur and urea nitrogen excretion in children on a rural african diet.—*W. K. Simmons* . . . . . 403

Nutrition and infection interaction on the skeletal development of children in a rural area of Guatemala.—*Joao B. Salomón E. Klein, Miguel A. Guzmán y Cipriano Canosa* . . . . . 417

Urinary nitrogen of adult dogs fed a protein-free diet at various dietary levels of caloric intake.—*Ricardo Bressani, Roberto A. Gómez Brenes y Luiz G. Elias* . . . . . 451

Toxicity symptoms in rats fed organic selenium.— <i>Werner G. Jaffé, María Cristina de Mondragón, Miguel Layrisse and Adelaida Ojeda . . . . .</i>	467
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY . . . . .	483
NEW BOOKS . . . . .	485

# TRABAJOS GENERALES



# **Evaluación de la situación nutricional en grupos de población**

MOISES BÉHAR<sup>1</sup>

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

## **RESUMEN**

Los diferentes métodos usados para el diagnóstico de la situación alimentaria y nutricional de grupos de población evalúan aspectos diferentes de esa situación. Así, por ejemplo, la información provista por las hojas de balance de alimentos puede que no coincida con la obtenida a través de encuestas clínicas. Por consiguiente, se propone utilizar el concepto de la historia natural de la enfermedad, de Leavell y Clark (2), para situar cada método en su lugar adecuado. En nuestro concepto, ello facilita la comprensión del verdadero valor y de las limitaciones de cada método, así como el uso ventajoso de su capacidad de complementación.

## **INTRODUCCION**

Procedimiento de continuo interés es la evaluación de la situación nutricional de una población. El desarrollo, en años recientes, de la administración sanitaria que enfatiza la necesidad de una planificación adecuada, exige cada vez más la disponibilidad de mejores métodos de evaluación de los componentes de la salud y de sus determinantes. Estos métodos son elementos indispensables para dos componentes básicos de la planificación: el diagnóstico de la situación, y la evaluación de programas.

En el caso de la situación nutricional de una población, tal vez más que cuando se trata de otros componentes de la salud, los factores que pueden ser determinantes del fenómeno se confunden a menudo con el propio fenómeno. Vemos así, por ejemplo, cómo en base a una encuesta dietética se conclu-

<sup>1</sup> Director del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

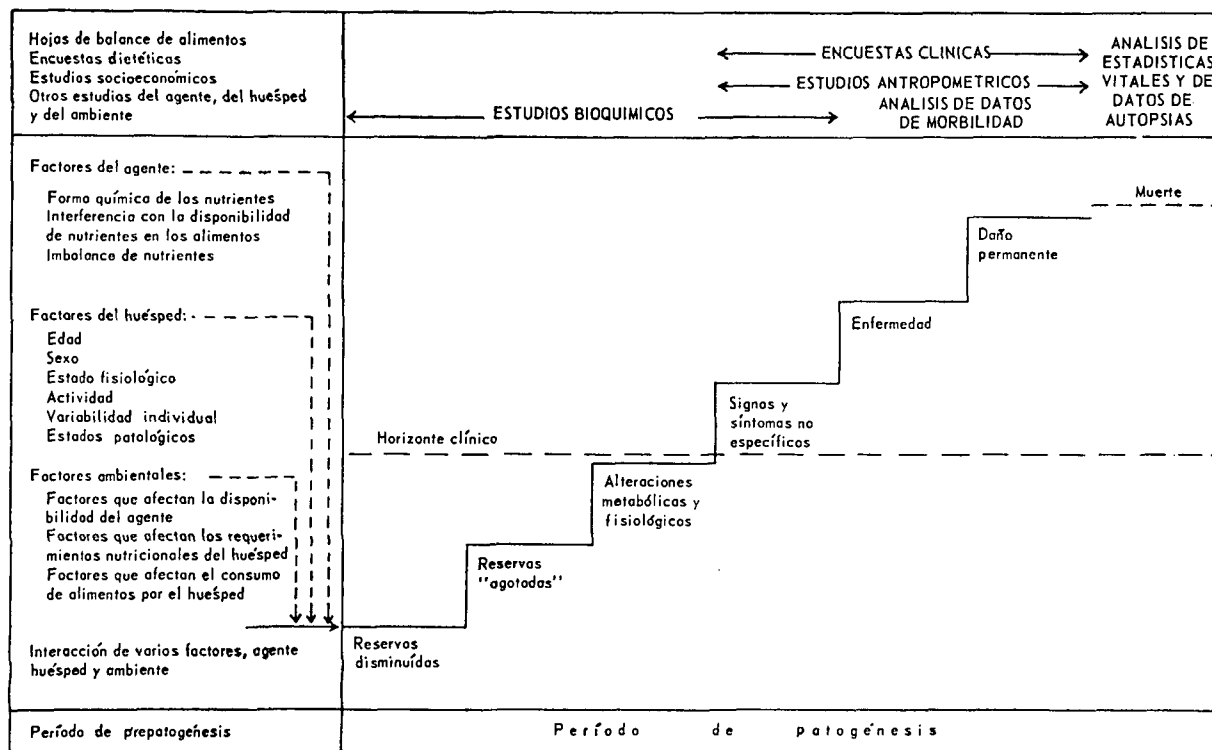
Publicación INCAP E-590.

Recibido: 15-11-1971.

ye erróneamente que la población estudiada sufre de tales o cuales deficiencias nutricionales, o que está bien nutrida en relación con éstos o aquellos nutrimentos. Sin embargo, se ha llegado a esa conclusión sin considerar que la ingesta de alimentos, medida en un momento determinado, no puede indicar cuál es el resultado de una serie de factores dentro de los cuales la ingesta —y no la del momento sino la habitual a través del tiempo— no es sino uno de ellos. Aún más, se han propuesto algunos indicadores de las condiciones socioeconómicas de la población como índices “indirectos” del estado nutricional. Por supuesto que si esas condiciones son muy bajas, es probable que exista desnutrición. No obstante, debe tenerse una idea muy clara de que en este caso lo que se está evaluando es si existen o no condiciones favorables para que el fenómeno exista, y no la existencia misma del fenómeno.

La diversidad de métodos que pueden usarse para evaluar la situación nutricional de una población, tales como el análisis de la disponibilidad de alimentos, estudios sobre la dieta, encuestas clínicas o antropométricas, análisis bioquímicos, estudios de estadísticas vitales, etc., han sido clasificados en “directos” e “indirectos” (1). Con frecuencia se discuten las ventajas y desventajas de tal o cual método en comparación con otro, cuando la verdad es que todos los métodos “miden” distintas cosas y son buenos si se aplican correctamente y si se usan para “medir” lo que pueden y no lo que no pueden “medir”.

Con el fin de proporcionar una idea más comprensible acerca de las indicaciones y limitaciones inherentes a los distintos métodos de evaluación nutricional hemos usado el concepto de la “historia natural de la enfermedad” (2) aplicada a las enfermedades nutricionales (Gráfica 1). Según se aprecia, en el desarrollo de las enfermedades nutricionales, como en cualquier otro proceso mórbido, debemos considerar el período de prepatogénesis y el de patogénesis. Dentro de este último tenemos también diferentes etapas evolutivas que van desde el momento en que los factores epidemiológicos coinciden para romper el equilibrio que es la salud, iniciándose por lo tanto el proceso mórbido, hasta el estadio final al que éste puede llegar, esto es, la muerte. De acuerdo a las manifestaciones del proceso, el período de patogénesis se divide en dos niveles: el preclínico y el clínico. En la parte su-



Incap 71-1099

**GRAFICA I**  
El concepto de la historia natural de la enfermedad, aplicado a los métodos para evaluar el estado nutricional de grupos de población.

perior del esquema se indican los distintos métodos que se utilizan en los estudios de evaluación de la situación nutricional de grupos de población. Como puede observarse, los estudios sobre condiciones sociales y económicas en general, los de disponibilidad de alimentos a nivel nacional (hojas de balance), los de consumo de alimentos (encuestas dietéticas) y cualesquiera otros que analicen la situación del agente (los nutrimentos), del huésped (el hombre), o del ambiente (físico, biológico y social), en aspectos relacionados y que pueden ser determinantes de la situación nutricional de la población, están en realidad analizando el problema en el período de prepatogénesis. En otras palabras, están evaluando si tales factores existen, y en caso positivo, en qué grado es factible que pueden inducir desnutrición. Naturalmente que si estos estudios revelan la existencia, en grado severo, de factores epidemiológicos responsables de desnutrición, y hay evidencia de que ésta no es una situación transitoria sino habitual, es muy probable que en esa población sí exista desnutrición. Este es el principio en que se basan los llamados "métodos indirectos". Veamos un ejemplo. Si el estudio sobre disponibilidad de alimentos revela que la cantidad disponible de determinado nutrimento está muy por debajo de las cantidades mínimas necesarias para satisfacer los requerimientos de la población, tenemos que asumir que en esa población debe existir deficiencia de dicho nutrimento. Desde luego, ese concepto es válido siempre y cuando nuestros conocimientos en cuanto a requerimientos sean correctos y no existan otros factores que, en esa población en particular, los estén modificando. Sin embargo, debemos ser cautos en la interpretación de datos provenientes de estudios del período de prepatogénesis, ya que pueden surgir situaciones como las siguientes. Pongamos por caso un estudio dietético, el cual revela que la población está consumiendo cantidades de vitamina A inferiores a las recomendadas. Ni los estudios bioquímicos ni los clínicos indican, sin embargo, que realmente existe deficiencia de esa vitamina en la población estudiada; esto puede deberse a que lo que el estudio dietético reveló fue sólo una situación transitoria que se presentó en los días en que se practicó la encuesta, pero que anteriormente hubo un consumo suficiente de vitamina A (debido a variación estacional de disponibilidad, por ejemplo), y que en el momento del es-

tudio la población estaba utilizando sus reservas corporales. Otra situación que nos conduciría también a una interpretación errónea, esta vez en sentido opuesto, sería la siguiente: la encuesta dietética revela una ingesta de hierro que cubre ampliamente las recomendaciones establecidas para la población investigada. Sin embargo, los exámenes hematológicos revelan alta prevalencia de anemia ferropriva, y no se demuestra que en la población existan factores como la uncinaria-sis u otros que producen pérdidas exageradas de ese mineral. Esta situación puede ocurrir cuando el hierro dietético es de muy baja absorción, a causa de la forma físico-química en que se encuentra en los alimentos, o bien porque existen otros factores que interfieren con su absorción.

En el período de patogénesis y en las etapas que están por debajo del "horizonte clínico" (estadios subclínicos de las enfermedades nutricionales), y aún cuando ya existen síntomas y signos pero éstos no son muy específicos, los estudios bioquímicos son particularmente útiles y, en muchos casos, los únicos capaces de revelar la existencia del problema. A su vez, los estudios bioquímicos pueden indicar distintas condiciones (3). Así, los niveles sanguíneos o de excreción urinaria de varios nutrimentos o de sus metabolitos pueden indicarnos la situación de las "reservas" orgánicas de esos nutrimentos, mientras que otras pruebas bioquímicas tales como la determinación de la concentración de albúmina en el suero o de actividad de transquetolasa en glóbulos rojos, indican que ya existe alteración bioquímica o metabólica debido a deficiencias nutricionales (en los ejemplos anteriores, de proteínas y de tiamina, respectivamente). En el caso de la vitamina A, la prueba de velocidad de adaptación a la obscuridad y otras que miden alteraciones fisiológicas entrarían también dentro de esta categoría.

Es obvio que los estudios clínicos, los antropométricos y cualesquiera otros que persiguen demostrar la existencia de alteraciones anatómicas o de síntomas o signos clínicos bien definidos y característicos de las enfermedades nutricionales, revelan un estadio ya avanzado del proceso. Por esta razón es frecuente que a través de tales métodos se encuentren prevalencias bajas en relación a la magnitud real del problema. Algunos signos o síntomas de enfermedad nutricional son característicos y patognomónicos, y existen también síndromes bien

definidos que permiten un diagnóstico seguro sólo en bases clínicas. A pesar de ello, existen muchos síntomas y signos de deficiencias nutricionales que son inespecíficos, como sucede con muchas alteraciones de la piel o de las mucosas. En estos casos, otras pruebas, las de carácter bioquímico y/o datos acerca de la situación en el período de prepatogénesis, particularmente en lo referente a ingesta dietética, pueden ser necesarios para hacer el diagnóstico etiológico del problema.

Los estudios de las estadísticas vitales, sobre todo los análisis de mortalidad, pueden indicar la magnitud del problema en términos de su importancia como causa directa o contribuyente de muerte. Se puede estudiar la mortalidad específica por causas nutricionales de interés, pero esto frecuentemente es difícil o imposible porque no existe un registro adecuado. También se puede analizar la mortalidad de ciertos grupos etarios (mortalidad infantil, mortalidad específica de 1 a 4 años, porcentaje de muertes en menores de 5 años, etc.) en los que —por estudios epidemiológicos previos— se sabe que las enfermedades nutricionales en que tenemos interés constituyen un factor contribuyente de importancia a la mortalidad en el grupo.

Según revelan los conceptos precedentes, todos los métodos discutidos y otros que podrían igualmente situarse en el esquema, tienen indicaciones precisas, así como ventajas y desventajas o limitaciones. No puede decirse que los de un tipo sean mejores que los de otro, ya que todo depende de qué es lo que queremos estudiar. Podrá apreciarse también que los distintos tipos de métodos son mutuamente complementarios, de manera que el diagnóstico de la situación será más seguro y completo cuantos más métodos podamos aplicar. En determinadas circunstancias y por razones de orden práctico, es posible que el uso de un sólo procedimiento de diagnóstico sea suficiente; en estos casos dicho método a menudo se usa como un indicador, en base a estudios previos que señalan que el método refleja fielmente cambios que ocurren a través de todo el proceso. Sin embargo, si lo que se desea es hacer un estudio completo de la situación nutricional de una población, habrá que aplicar los mejores métodos de cada uno de los distintos tipos indicados que las circunstancias permitan, es decir, tratando de hacer un estudio epidemiológico que

cubra todas las etapas evolutivas del fenómeno (su historia natural). Ese curso de acción nos permitirá una apreciación más segura y completa del proceso y de los factores responsables; permitirá también estimar la proporción de los distintos grupos de población que están en cada una de las etapas, lo cual es de interés para estimar la verdadera magnitud del fenómeno como problema de salud pública. Por otro lado, sugiere además lo que puede suceder en el futuro si la situación no cambia o bien como consecuencia de determinados cambios ya previstos. Un estudio epidemiológico de la naturaleza descrita ayudaría también en la selección de las medidas correctivas más promisoras. Permitiría, asimismo, seleccionar los indicadores más apropiados para medir los cambios que puedan ocurrir, y para deducir la responsabilidad de distintos factores, provocados o no, en cuanto a la inducción de esos cambios.

En resumen, la situación nutricional de una población, más que muchos otros componentes de la salud, es un fenómeno social complejo y, por lo tanto, no puede ser evaluado en forma precisa y cuantitativa por ningún método específico, como a veces se pretende. Existe una diversidad de métodos mutuamente complementarios que evalúan aspectos parciales del fenómeno; algunos de ellos pueden usarse como indicadores de cambio de todo el proceso y, en consecuencia, pueden ser útiles si se seleccionan e interpretan con base en un buen conocimiento epidemiológico de la situación. El uso inadecuado de los distintos métodos puede conducir a graves errores de interpretación que no reflejan deficiencias del método sino una aplicación errónea del mismo. Confiamos, por lo tanto, en que el esquema propuesto en este trabajo ayude a esclarecer dudas en el importante tema que constituye la evaluación nutricional de grupos de población.

#### SUMMARY

##### Evaluation of the nutrition situation in population groups

The different methods used to assess the food and nutrition situation of population groups evaluate different aspects of this situation. The average *per capita* food availability provided by the food balance sheets, for instance, does not necessarily coincide with the information obtained through clinical surveys. The use of the Leavell and Clark (2) concept of natural history of a disease, is proposed to place each evaluation method in its proper perspective. In our opinion, utilization of this concept will facili-

tate understanding the real value and limitations of each method, as well as a more advantageous use of their complementary value.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Jelliffe, D. B. **The Assessment of the Nutritional Status of the Community.** Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (WHO Monograph Series No. 53).
- (2) Leavell, H. R. & E. G. Clark **Preventive Medicine for the Doctor in his Community. An Epidemiologic Approach.** 3rd ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1965, 684 p.
- (3) Pearson, W. N. **Assessment of Nutritional Status: Biochemical Methods.** Nutrition, a Comprehensive Treatise. Vol III. (Beaton, G. H. and E. W. McHenry, eds.). New York and London, Academic Press, 1966, p. 265-315.

# **El nutricionista de Salud Pública y su contribución al desarrollo socio-económico de un país**

**JAIIME ARIZA MACIAS**

Asesor en Nutrición OPS/OMS, Programa de Nutrición, Recinto de Ciencias Médicas  
Universidad de Puerto Rico

## **RESUMEN**

Se discute como la realización de los trabajos científicos que con el tiempo llegarían a ser los fundamentos de la Ciencia de la Nutrición, fueron casi siempre identificados o asociados a Ciencias como la Química, Bioquímica, Fisiología y otras más. Más tarde la Nutrición surgió como una Ciencia multidisciplinaria que se enriquece con el aporte de tres grandes grupos de ciencias: 1) Ciencias relacionadas con la disponibilidad de alimentos, 2) Ciencias relacionadas con el mercadeo y el consumo, 3) Ciencias relacionadas con el consumo y aprovechamiento de los alimentos. Se analiza cómo los problemas que tenemos que manejar desde el punto de vista de nutrición se extienden desde la ausencia de alimentos para satisfacer las necesidades básicas de subsistencia, hasta los problemas de ingestión desordenada y exagerada que conducen a manifestaciones de sobrepeso y obesidad, pasando por las situaciones intermedias de problemas metabólicos y de enfermedades crónicas y degenerativas.

Se analiza como uno de los factores limitantes para el manejo de estas situaciones, la escasez de recursos técnicos e institucionales que se tiene en la mayoría de los países, pero que afortunadamente ha empezado a resolverse en los últimos cinco años. Este hecho unido a limitaciones económicas y de facilidades físicas hace mucho más complejo el panorama.

El gran número de factores que condicionan los problemas de salud y nutrición y que se relacionan con diferentes sectores del desarrollo socio-económico de un país, hacen indispensable que dentro de las estructuras técnicas y administrativas existentes se verifique una adecuada coordinación tanto intersectorial como intrasectorial para alcanzar las metas propuestas.

Se presenta un análisis de los conocimientos que debe tener el Nutricionista-dietista y las principales responsabilidades que tiene en el sector salud en los diferentes niveles que le corresponda trabajar y de qué manera puede contribuir al desarrollo socioeconómico de un país.

## INTRODUCCION

La realización de los trabajos científicos que con el correr de los años se convertirían en los fundamentos de la ciencia de la nutrición, fueron casi siempre identificados o asociados a Ciencias como la Química, Bioquímica, Fisiología y otras más. Justo es reconocerlo que esto debía ser así, pues las investigaciones que se llevaban a cabo eran efectuadas por personas que trabajaban en estas áreas y cuyo interés se concentraba en aspectos muy definidos de los procesos biológicos.

Sin embargo, el gran acervo de conocimientos que se fueron obteniendo en cada una de estas ciencias y la coordinación e integración que se iba logrando, permitieron evidenciar que aunque en muchas partes se hablaba de Nutrición, cada quien lo hacía concentrando su interés en un campo muy específico que limitaba la aplicación y extensión de los conceptos de esta nueva disciplina. Por estas razones la imagen que se tenía de la Nutrición se iba haciendo cada vez más confusa y no permitía identificar lo que realmente era la nutrición como tal. Este hecho, sin embargo, no podía continuar indefinidamente y fue así como empezó a surgir la Nutrición como una ciencia multidisciplinaria que se enriquece con el aporte de tres grandes grupos de ciencias: 1) Ciencias relacionadas con la disponibilidad de alimentos; 2) Ciencias relacionadas con el mercadeo y el consumo; 3) Ciencias relacionadas con el consumo y aprovechamiento de los alimentos. Los trabajos que se han desarrollado y continúan desarrollándose en Bioquímica, Fisiología de alimentos, Socio-antropología y muchas más, orientadas a aspectos específicos de nutrición, proporcionan un arsenal inmenso y profundo de conocimientos que cada día enriquece más a esta joven ciencia.

Este enfoque integral de la nutrición como ciencia permite que los profesionales dedicados al desarrollo de actividades de Nutrición, bien sea en las áreas de docencia, servicio o investigación, obtengan los conocimientos que necesiten de las ciencias relacionadas, para obtener la estructuración in-

dispensable que asegure un desarrollo adecuado de los diferentes Programas.

Si consideramos a la Nutrición como la ciencia que se relaciona con los alimentos y el estudio de sus efectos sobre la salud, comprenderemos el porqué es tan necesario que se verifique la integración de conocimientos proporcionados por las diferentes áreas que mencionábamos anteriormente, para alcanzar los objetivos de prevenir los problemas de nutrición y promover un óptimo estado nutricional de toda la población hace necesario realizar unas breves consideraciones al respecto.

Desde el punto de vista de salud y nutrición nuestros esfuerzos pueden estar concentrados a la solución de diferentes tipos de problemas; unos que afectan a un porcentaje mínimo de personas que necesitan servicios técnicos y especializados muy grandes y otros que afectan a la mayoría de la población y necesitan la aplicación de medidas en gran escala y por tiempos prolongados sin que puedan ser reclusos en instituciones, porque su condición no lo exige o porque aún cuando sea necesario no se cuenta con los medios para lograrlo. Ambos tipos de problemas deben ser afrontados en la medida que lo permitan las prioridades establecidas en los planes y programas de desarrollo y los recursos de que se disponga.

En esta situación la que básicamente origina la aplicación de soluciones diferentes a problemas similares y la necesidad de adaptar, no adoptar, las experiencias obtenidas en diferentes lugares en el manejo de los problemas en un momento dado.

## LOS PROBLEMAS DE NUTRICION

Desde el punto de vista de nutrición tenemos que considerar situaciones que se extienden desde la ausencia de alimentos para satisfacer las necesidades básicas de subsistencia, hasta los problemas de ingestión desordenada y exagerada que nos llevan a problemas de sobrepeso y obesidad, pasando por las situaciones intermedias de problemas metabólicos y de enfermedades crónicas y degenerativas.

Este amplio panorama de situaciones que hace unos años parecía localizarse muy bien hacia problemas por defecto y por exceso de calorías y nutrientes, o por trastornos meta-

bólicos, cada vez se está haciendo menos preciso en los diferentes países y nos encontramos con que mientras unos grupos sufren de las consecuencias de las deficiencias otros sufren las consecuencias de los excesos, y hay un grupo, el responsable de la salud y bienestar de la población quien, coordinadamente con otros sectores del desarrollo debe afrontar los diferentes problemas y establecer los programas pertinentes que contribuyan a su solución.

La constitución de la organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el goce del grado máximo de salud es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano y declara que los gobiernos tienen una responsabilidad que sólo puede ser cumplida mediante la adopción de medidas adecuadas (1).

## LA NUTRICION EN LOS SERVICIOS DE SALUD

Siendo la nutrición un componente básico de la salud del individuo, su incorporación como ciencia aplicada en los servicios integrados de salud es una necesidad impostergable.

La Nutrición y especialmente su aplicación al campo de la salud pública, se ha reconocido como una responsabilidad del administrador de salud, quien al organizar y dirigir servicios integrados para una comunidad busca utilizar con la máxima eficiencia los recursos científicos y técnicos que le proporciona el inconmesurable progreso médico y paramédico alcanzado en los últimos años. Para lograr esta eficiencia y ante el avance y expansión de los programas de nutrición de los diferentes países en la última década se ha establecido la urgente necesidad de contar con suficiente personal calificado para llevar a cabo estas tareas.

Es este último aspecto, uno de los mayores factores limitantes para el desarrollo de las actividades de nutrición, que se ha agudizado en la última década y que como se verá más adelante ha sido afrontado en diferentes formas de acuerdo a las necesidades existentes en los diferentes países.

## REGIONALIZACION DE SERVICIOS

La discusión precedente ha estado orientada a consideraciones más directamente relacionadas con el sector salud, sin que

por esto nos hayamos olvidado de la multiplicidad de los factores que condicionan los problemas de salud y nutrición y que tienen que ver con otros sectores del desarrollo socio-económico de un país, por lo cual el éxito o el fracaso que se alcance en los programas está estrechamente relacionado con la coordinación tanto intrasectorial como intersectorial que se haya logrado.

Sabiendo que la salud es por definición indivisible y que cualquier actividad de salud, por especializada que sea, debe incluirse como parte integral de un programa nacional (2), determina el que los programas de salud y nutrición deban considerarse como parte de un gran programa armónico que se establezca para el desarrollo socio-económico de un país, pensando siempre en el beneficiario de todos estos esfuerzos, la población. Si esto se consigue, las actividades que se desarrollen en los diferentes sectores, en una forma directa o indirecta estarán influenciando los resultados intermedios y finales de los planes establecidos. Las acciones que realizan los funcionarios del sector salud y nutrición será una contribución muy efectiva para lograr esas metas.

Con esta conceptualización de los programas se pretende evitar, o al menos disminuir, la fragmentación de los servicios de salud y bienestar que ha existido y aún persiste en la mayoría de nuestros países y que ha traído como consecuencia, costos elevados y duplicación de servicios, separación artificial de la atención que deben recibir las personas y las comunidades sanas y enfermas, y utilización incompleta e inadecuada de los recursos existentes.

Las consecuencias tan adversas de esta situación llevaron a proponer la integración de los servicios de salud, en el aspecto técnico y a la coordinación en el administrativo, para obtener en esta forma, la prestación de un servicio integral y la ordenación metódica en el uso de todos los recursos humanos y materiales disponibles en las distintas instituciones públicas y privadas que proporcionan bienestar y salud (3).

Constituidos sobre estas bases los servicios integrados de salud son un instrumento valioso que sirve para afrontar de un modo integral los problemas de salud, de acuerdo a las necesidades y demandas de la población servida, los recursos existentes y las prioridades establecidas.

El programa de Nutrición como parte constitutiva de los servicios integrados de salud que se ofrecen a la colectividad se realiza a través de las estructuras correspondientes. La complejidad de situaciones que se tienen en los países hace muy difícil el establecer un patrón único de servicios integrados de salud. Sin embargo, es posible considerar una serie de elementos básicos de los servicios que suelen ser comunes, aunque con diferentes denominaciones en la mayoría de los países.

En general se acepta que la organización del sistema debe contemplar tres niveles: Nivel Nacional, Nivel Regional y Nivel Local (4).

### 1. *Nivel Nacional, Estatal o Central*

Su función es esencialmente normativa y constituye el grupo directivo de la organización, que tiene la responsabilidad de establecer la política de salud y nutrición y planificación de los programas respectivos. Desde el punto de vista de nutrición debe existir a este nivel un grupo de nutrición dotado de recursos técnicos calificados que incluyan por lo menos un médico nutriólogo, un nutricionista de Salud Pública y un nutricionista para programas institucionales.

Cualquiera que sea la denominación que reciba, Departamento, División, Sección, Instituto de Nutrición, Dirección, conviene insistir en que sus funciones son normativas y de supervisión y no ejecutivas.

### 2. *Nivel Regional Intermedio o Provincial*

Cuanto mayor sea la extensión del país más indispensable se hace el sistema de regionalización. Este concepto magistralmente formulado hace cerca de 50 años en el Informe Dawson sobre el futuro de los servicios médicos y afines de la Gran Bretaña señala que la disponibilidad de los servicios generales de salud sólo puede asegurarse mediante una organización nueva y ampliada distribuída en función de las necesidades de la comunidad. El establecimiento de tal organización es indispensable por razones de eficiencia y costo en beneficio del público y de los trabajadores de salud (5). El establecimiento de esta jerarquización no depende tanto de las medidas legislativas o ejecutivas que la establezcan como del convencimiento que tenga el personal, de que el éxito o el fracaso

del programa depende del trabajo en equipo y no de esfuerzos aislados.

Para hacer operar los servicios se requiere un sistema directivo con grupos técnicos similares a los del nivel central que coordine y haga operantes en el nivel local la política y normas establecidas en el nivel central. Debe proveerse a este nivel de la suficiente autoridad ejecutiva para tomar decisiones. Dependiendo de las condiciones en que se esté trabajando es recomendable la existencia a este nivel de por lo menos un nutricionista por cada 200.000 habitantes.

### 3. *Nivel Local o Distrital*

Representa la unidad ejecutiva del sistema. Su base de trabajo es un organismo o centro de salud que debe contar con personal mínimo de trabajo y facilidades locativas que le permitan ofrecer atención general a la comunidad. El trabajo a este nivel está fundamentado en atención general integrada y permanente prestación de los servicios.

A este nivel con las limitaciones tan grandes que se pueden tener de personal es posible que se pueda disponer o no de un nutricionista por uno o varios distritos. Esta situación condicionará el tipo de actividades que se ejecuten y que se mencionarán más adelante.

## RECURSOS TECNICOS E INSTITUCIONALES

Independiente de la forma como se tengan establecidos los servicios de salud, la eficacia del sistema dependerá en gran medida de la capacidad y calidad de los profesionales responsables de su funcionamiento, que son sin duda tan o más importantes que los recursos económicos y facilidades físicas de que se disponga.

La formación del personal en todas las categorías y niveles es un proceso largo y en apariencia costoso, sino se le considera como en realidad es, una magnífica inversión, cuyos resultados aunque apreciables a largo plazo tienen efectos más permanentes y continuos en los diferentes programas, que las acciones temporales y en apariencia poco costosas, que buscan solucionar solo problemas momentáneos. La integración de los servicios de salud descrita anteriormente permite establecer que las necesidades de personal especializado para los

programas de nutrición, son principalmente de Médicos Nutriólogos y de Nutricionistas-Dietistas. En los comentarios siguientes concentraré la discusión en relación a los nutricionistas-dietistas.

A pesar de las variaciones en los problemas y programas de los diferentes países, los conocimientos y habilidades que necesita el nutricionista-dietista deben ser relativamente uniformes. Es así mismo posible analizar, las responsabilidades que le corresponden en los diferentes niveles y los programas que se pueden ejecutar con personal calificado, que variará de acuerdo con las circunstancias particulares que se consideren.

Por ésta y otras razones, se hace tan indispensable que tanto los especialistas de nutrición de los programas de salud como los que están dedicados a la formación de personal de nutrición tengan que evaluar continuamente sus programas y hacer los reajustes que permitan adaptarse a las nuevas situaciones que se planteen.

Expresado en otra forma este concepto, diríamos que la Universidad, responsable de la formación de personal, no puede limitar su radio de acción al claustro mismo, sino que con sus profesores y egresados deben proyectarse a la comunidad para conocer en la mejor forma posible, sus problemas y recursos reales y proponer en las aulas y fuera de ellas las medidas más prácticas y adecuadas que contribuyan a solucionar los problemas existentes. No podemos olvidarnos que las medidas que se propongan para solucionar los problemas necesariamente producirán cambios en sentido positivo o negativo y que este hecho obliga tanto a los profesores y a los profesionales a mantenerse actualizados en los conocimientos científicos y en los cambios que estos generan en los programas.

La escasez de personal técnico calificado suele ser el denominador común de la mayoría de los programas. A pesar de las diferencias existentes para afrontar esta situación las medidas que se han tomado para modificar el panorama podemos resumirlas en la siguiente forma:

#### *Acciones Inmediatas:*

1. Utilización máxima de los recursos humanos e institucionales existentes.

2. Capacitación de Médicos y Dietistas en aspectos específicos de Nutrición en cursos de corta duración.
3. Desarrollo y extensión de los centros de formación personal.

*Acciones Mediatas:*

1. Creación y desarrollo de nuevos centros de formación de personal.
2. Formación de médicos nutriólogos y nutricionistas con cursos graduados para las áreas de docencia, servicio e investigación.
3. Desarrollo y extensión de los centros de formación de nutricionistas-dietistas.
4. Inclusión de la enseñanza de nutrición en las Escuelas de Salud Pública, Medicina y Enfermería.

Los magníficos resultados logrados con la aplicación de estas medidas ya comienzan a apreciarse en la mayoría de los países y han sido motivo de consideración en reuniones de carácter nacional e internacional que se han realizado en los últimos cinco años (6, 7).

Para comienzos de la década del sesenta, el recurso de centros de formación personal y de personal capacitado era sombrío. Hoy, gracias a los esfuerzos de los países y a la cooperación prestada por los organismos internacionales la situación ha cambiado muy favorablemente y es así como se cuenta con más de 17 escuelas de Nutricionistas-Dietistas de nivel universitario y con cuatro años de formación después de la secundaria. La mayoría de estas escuelas siguen en sus programas las bases académicas planteadas en una reunión técnica, auspiciada por la OPS y el Gobierno de Venezuela y que se realizó en Caracas hace seis años (6).

Mucho se ha discutido sobre cuál es el tipo de profesional que se necesita, las funciones que se espera va a desarrollar y las necesidades de las instituciones con las cuales va a trabajar.

La definición de estos importantes aspectos permite establecer que el Nutricionista-dietista necesita tener conocimientos y desarrollar habilidades que le permitan trabajar en servicios de salud en los que el énfasis de las actividades debe ser en la prevención y fomento de la salud, para que la población alcance el más alto grado de bienestar; debe tener igualmente conocimientos que le permitan efectuar el manejo de

servicios de alimentación en hospitales, centros de salud-hospitales e instituciones cuya responsabilidad se concentra fundamentalmente en la administración y el tratamiento dietético de los pacientes. Su formación debe permitirle, igualmente, desempeñarse en programas del sector educación.

Con base en las consideraciones anteriores es posible considerar al Nutricionista-dietista como la persona calificada por formación y experiencia para trabajar en los servicios de salud pública y atención médica institucional para colectividades sanas o enfermas.

Para la formación de este tipo de personal la preparación académica que se recomienda incluye durante los dos primeros años el desarrollo de cursos de ciencias básicas generales y ciencias básicas de la nutrición; en el tercer año se concentrará el esfuerzo al desarrollo de cursos teórico-prácticos específicos de nutrición y ciencias afines, para en el último año buscar la aplicación, de los conocimientos impartidos, en una práctica supervisada, en servicios de salud e instituciones. La forma como opera este esquema varía mucho de país a país.

Cumplidas estas etapas, se espera que el profesional tenga una preparación que le permita empezar a desarrollar actividades, sin la tutela y cuidado continuo de la Universidad. Hasta ahora en muy pocos países latinoamericanos se tiene establecido, lo que es parte de la formación en Norteamérica y Puerto Rico, que el estudiante deba realizar un año de internado institucional que le permita consolidar los conocimientos y experiencias adquiridas en la Universidad, como paso previo a la iniciación de su trabajo como profesional.

La naturaleza cambiante de las situaciones que debe afrontar la nueva ciencia de la nutrición, llevó a un grupo distinguido de profesionales de Puerto Rico a concebir y llevar a la práctica el desarrollo de un "Internado de Nutrición en la Comunidad", que se inició en 1970. Este tipo de actividad, que también se desarrolla en algunos países de Latinoamérica, por la forma como está estructurado, será el puente de unión que hasta ahora no existía en una forma definida, entre la culminación de la primera parte de la formación universitaria y la iniciación de las actividades profesionales, bien sea a nivel ejecutivo regional o central.

Esta serie sucesiva de escalones de formación, no termina ni mucho menos con la iniciación de la prestación de servicios,

sino que se prolonga mucho más allá con la adquisición de las experiencias proporcionadas por el trabajo diario, y con etapas posteriores que pueden llevar a la persona a que al cabo de un tiempo necesite la realización de estudios graduados a nivel de Maestría y aún de Doctorado, para que en el sistema de organización jerárquica que se desempeña, se vaya preparando para adquirir mayores responsabilidades, bien sea en las áreas de docencia, investigación o servicio. De que tan bien estructurado y que tanto personal calificado tenga un sistema, dependerá que tanto podamos lograr en el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos.

### FUNCIONES DEL NUTRICIONISTA-DIETISTA

Teniendo en cuenta que las funciones y responsabilidades del Nutricionista-dietista, son muy amplias me limitaré a considerar las más importantes, como son:

1. El nutricionista-dietista, como miembro del equipo de salud, podrá estar ubicado a diferentes niveles con responsabilidades y funciones de acuerdo a la posición que ocupe.
2. La ubicación del personal en los diferentes niveles deberá tener en cuenta la formación académica y experiencia profesional de la persona.
3. Su preparación y experiencia en administración de salud le permite participar en la planificación, organización, desarrollo, supervisión, y evaluación de Programas de Nutrición.
4. Sus conocimientos sobre principios fundamentales de Salud Pública, Medicina Preventiva y Epidemiología le permiten realizar estudios destinados a diagnosticar los problemas nutricionales y sus factores condicionantes para orientar después técnicamente los programas dirigidos a buscar soluciones prácticas y funcionantes.
5. Sus conocimientos para la organización y administración de diferentes servicios y programas de alimentos que van desde los complejos servicios de alimentación hospitalaria, hasta los servicios de recuperación nutricional, atención de grupos específicos, programas de educación y complementación alimentaria, será una contribución más a los programas de desarrollo socioeconómico.
6. Si por sus aptitudes y formación alcanzada se orienta al

campo de la formación de personal, llevará sobre sus hombros la delicada pero estimulante responsabilidad de contribuir a formar y estructurar los profesionales que llevarán a la práctica las medidas necesarias para servir adecuadamente la comunidad.

Podríamos seguir considerando estas y otras importantísimas responsabilidades pero quizás puedan resumirse la mayoría de ellas diciendo que ante todo el Nutricionista-dietista debe ser un "Multiplicador" de las experiencias y conocimientos que posee, para transmitirlos a otros miembros del equipo médico y de otras áreas del desarrollo, para aumentar así en una forma exponencial los limitados recursos de que se dispone.

El incontenible avance científico y tecnológico de los últimos años, nos lleva a pensar con frecuencia, que las "innovaciones" que estamos apreciando, no habían sido ni siquiera imaginadas por las generaciones que nos han precedido. Pero una juiciosa reflexión de estas consideraciones nos permite apreciar que eso no siempre es cierto y que en muchos aspectos nuestros predecesores no solamente imaginaron sino llevaron a la práctica cosas que hoy apenas estamos "volviendo a descubrir". Este hecho aplicado al campo educativo en general y al de formación de personal en campos específicos en particular sí que es cierto. Las teorías modernas indican que el proceso de la educación debe ser considerado como el primero de los factores socioeconómicos de desarrollo que ha colocado nuestras sociedades en los lugares que ocupan, unas más, otras menos desarrollada.

Pero a pesar de estas consideraciones tan reales en nuestro tiempo, es difícil que podamos olvidarnos de una poesía China escrita hace más de 2.600 años por Kuan Tsú y cuyo profundo contenido filosófico y práctico nos plantea una situación similar a la que acabo de mencionar. Dice así:

Si tus proyectos son para un año, siembra grano

Si son para cien años, instruye al pueblo.

Sembrando grano una vez, recogerás una vez

Plantando un árbol, recogerás diez veces

Instruyendo a un pueblo, recogerás cien veces.

Este es el gran desafío que se presenta a la generación actual, como contribución efectiva para la solución de los problemas presentes y futuros en el campo de la Nutrición, y al

cual puede ayudar en forma muy efectiva el Nutricionista-dietista como una contribución al desarrollo socioeconómico de un país.

#### SUMMARY

The public health nutritionist and his contribution to the socio-economic development of a country

This paper discusses how the completion of those scientific investigations, which have ultimately become fundamentals of the science of nutrition, have nearly always been identified with sciences such as chemistry, biology, physiology and others. It was only later that nutrition was recognized as a multidisciplinary science, enriched with the contributions of three groups of sciences: 1) sciences related to the availability of foods; 2) sciences relating to markets and consumption; and 3) sciences related to the consumption and utilization of foods. Problems with which we must deal in nutrition run the gamut from the absence of food to satisfy the basic needs of subsistence to indigestion and overeating which in turn lead to overweight and obesity, passing through such intermediate areas as metabolism, chronic diseases and degenerative diseases.

Analyzed as one of the limiting factors in the management of these situations is the scarcity of technical resources and institutions which affect most countries, but which have begun to be resolved during the past five years. This fact together with economic limitations and limited physical facilities makes the management of these situations much more difficult.

A great many of the factors which determine health and nutritional problems and which are related to the different stages of socio-economic development of a country necessitate an adequate verification of the intersectorial and the intrasectorial coordination of the technical and administrative structures of a country in order to meet the proposed goals.

An analysis is made of the knowledge which the nutritionist-dietitian should have and the principal responsibilities of the health sector at the levels in which it functions in order to contribute effectively to the socio-economic development of a country.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Organización Mundial de la Salud. Documentos Básicos. 22ª Edición: 1. Ginebra, 1971.
2. Organización Mundial de la Salud. Integración de las campañas en masa contra enfermedades determinadas en los servicios generales de sanidad. Serie de Informes técnicos, N° 294: 5-12. Ginebra, 1965.
3. Organización Panamericana de la Salud. Administración de servicios de atención médica. Publicación científica 129: 56-57. Washington, D. C., 1966.
4. Organización Panamericana de la salud. Actividades de Nutrición en el nivel local de un servicio general de salud. Publicación científica N° 179-: 5-7. Washington, D. C., 1969.

5. Organización Panamericana de la Salud, Informe Dawson sobre el futuro de los servicios Médicos y afines, 1920. Publicación Científica N° 93:3. Washington, D. C., 1967.
6. Organización Panamericana de la Salud. Conferencia sobre adiestramiento de Nutricionistas-Dietistas de Salud Pública. Publicación Científica, N° 153. Washington, D.C. 1967.
7. Agencia para el Desarrollo Internacional. Informe de la Conferencia sobre Educación en Materia de Nutrición en las Escuelas de Medicina y en las Escuelas de Salud Pública en América Latina. Washington, D. C., 1968.

# TRABAJOS DE INVESTIGACION



# **Metodología en encuestas alimentarias entre pre-escolares**

MARINA FLORES<sup>1</sup>

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

## **RESUMEN**

La información dietética cuantitativa de preescolares es esencial en una gran variedad de situaciones. Es difícil escoger el método más apropiado para obtener datos válidos sobre el consumo de este grupo de población, debido a la falta de estudios experimentales que persiguen comprobar la efectividad de los diversos procedimientos al aplicarlos a diferentes grupos socioeconómicos.

Una revisión de la bibliografía existente en este campo permitió reafirmar ciertas conclusiones a que han llegado diversos autores, y que deben tomarse en cuenta en toda encuesta dietética de preescolares. Los estudios revisados fueron clasificados en tres grupos: las encuestas de tipo transversal, los estudios longitudinales y los ensayos experimentales que involucran evaluación de métodos. También se mencionan otros informes referentes al uso del método de recordatorio modificado, el cual ha sido utilizado como un instrumento más rápido y práctico para evaluar las dietas de niños pequeños.

Con el fin de comprobar la validez de los datos dietéticos de preescolares obtenidos en períodos menores de 7 días, se hizo un ensayo experimental en una comunidad rural pobre de Guatemala, y se presentan las cifras promedio de ingesta correspondientes a uno, tres y siete días, respectivamente. El estudio reveló que los datos promedio de un día pueden ser más confiables si éstos representan todos los días de la semana.

Una de las principales conclusiones a que se llegó es que la clave para obtener datos válidos y exactos, estriba en la calidad, preparación y destreza de la entrevistadora. En segundo lugar, que en los estudios dietéticos no hay sustitución para la visita al hogar, y que la obtención de datos fidedignos del preescolar es posible únicamente cuando hay observación

---

1 Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.  
Publicación INCAP E-594.  
Recibido: 13-9-1971.

directa. Además, para estimar adecuadamente las cantidades ingeridas sólo hay una técnica: pesar los alimentos.

Por último, antes de determinar el método y el período para la realización de un estudio, debe tenerse una comprensión muy clara de que una cosa es definir la dieta de un grupo, y otra muy diferente, definir la dieta de un individuo. Debe tenerse presente, asimismo, que la búsqueda de la ingesta real de alimentos, y la determinación de la ingesta dietética usual de un individuo, constituyen dos objetivos muy diferentes.

## INTRODUCCION

La información concerniente al consumo de alimentos en niños preescolares es bastante limitada —sobre todo en lo que atañe a los países en vías de desarrollo— a pesar de reconocerse que tales datos son de importancia vital para la planificación de programas nutricionales. Múltiples estudios sobre crecimiento y desarrollo de los niños, ya sea en el campo nutricional o en el psicológico, requieren información dietética precisa, por ser ésta primordial para la correcta interpretación de los hallazgos. Sin embargo, obtener información “válida” con respecto a la ingesta de alimentos en preescolares no es tarea fácil; además, ninguno de los métodos en uso está libre de errores ni de limitaciones. Es un hecho aceptable que en el caso de las encuestas dietéticas la validez de cualquier método está influenciada por la receptividad, motivación y cooperación del sujeto investigado, así como por la veracidad, sensibilidad y habilidad del investigador, al igual que por el ambiente en que se desenvuelve la entrevista entre sujeto e investigador.

La selección del método apropiado exige definir antes, con la debida precisión, el objetivo del estudio; frecuentemente el investigador parece no tener muy claro en el planteamiento de su estudio, lo que espera obtener de las encuestas dietéticas ni como habrá de utilizar los resultados al asociarlos con otros hallazgos. Aún más, algunas veces los resultados dietéticos pueden ser erróneamente aplicados cuando forman parte integrante del plan de otros estudios para los cuales se tiene en mente objetivos muy diferentes del que se persigue con el estudio de la dieta.

En el presente trabajo se pretende tan sólo reseñar los trabajos disponibles ya en la literatura sobre estudios cuantitativos de consumo de alimentos en preescolares de diferentes re-

giones del mundo, y analizar la metodología aplicada en cada situación especial. Por este medio se espera también aportar algunas sugerencias que ayuden en la recolección de datos adecuados, con resultados fidedignos que contribuyan a una interpretación correcta de todos los hallazgos biológicos o sociales que se espera relacionar con la dieta.

## TIPO DE ENCUESTAS

### *Estudios Transversales*

Una revisión del material bibliográfico a este respecto revela que sólo unos pocos estudios disponibles en la literatura ofrecen información cuantitativa precisa acerca del consumo de alimentos de preescolares después del destete. Para principiar citaremos unos de los primeros estudios realizados en América Latina. Hace ya casi dos décadas, en el año 1953-54, Emma Reh fue asignada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para llevar a cabo una serie de encuestas dietéticas en el medio rural del Perú. En el planteamiento de su trabajo concibió la idea de investigar simultáneamente la dieta de la familia con la individual del niño preescolar de la misma familia. Después de dos años se publicaron los primeros resultados acerca de la ingesta dietética entre preescolares de esas áreas peruanas, haciéndose disponibles en la literatura (1, 2). En dichos estudios las trabajadoras de campo midieron el consumo de alimentos de cada niño durante 7 días consecutivos, visitando los hogares dos veces diarias y llevando un registro de los hechos actuales observados en el curso de su visita. Los hallazgos rindieron amplia e interesante información sobre las prácticas de alimentación del niño, así como en cuanto a los niveles de ingesta de aproximadamente 50 niños procedentes de cinco comunidades diferentes. Con miras a confirmar las deficiencias dietéticas de calcio, riboflavina, tiamina y proteína determinadas a través de esas encuestas, los datos dietéticos fueron complementados con estudios clínicos.

Aproximadamente durante el mismo período, 1954, y como parte de sus estudios nutricionales en Nigeria, Nicol (3, 4) investigó las dietas de grupos de niños de 4 a 6 años y de 10 a 12 años de edad, respectivamente, durante tres períodos diferentes que correspondían a las diversas estaciones del año.

La investigación incluyó también estudios de la familia para estimar el consumo de alimentos entre adultos. Con el propósito de obtener la información dietética referente a los niños, los alimentos fueron pesados antes y después de su cocción durante 10 días consecutivos, descartándose los datos del primer día y del último. Se encontró que no era necesario tomar en cuenta los desperdicios que quedaban en el plato, porque en los hogares encuestados esas cantidades eran insignificantes. La cantidad de alimentos que se servía en un plato común para varios niños fue dividida entre el número de consumidores para obtener un promedio de la porción individual. En cuanto a los alimentos consumidos entre una comida y otra, o por la noche, la información se obtuvo por medio de un cuestionario. Los datos clínicos y antropométricos relacionados con los resultados dietéticos proporcionaron una descripción completa del estado nutricional de los niños en Nigeria, mostrando que la deficiencia proteínica no era tan severa como lo que sucedía en el caso de las calorías, cuya ingesta era muy baja.

En cuanto a la región de Centro América, en 1955 se llevó a cabo el primer ensayo de encuestas dietéticas entre preescolares de un pueblo cercano a la ciudad capital de Guatemala, cuyo objetivo fue evaluar el estado nutricional de los niños pequeños de esa comunidad (5, 6). Se estudió así un total de 32 niños seleccionados de una muestra estratificada; la investigación cubrió dos días, pero no consecutivos, sino tomados al azar, pesándose todos los alimentos preparados para consumo de toda la familia y del niño escogido para el estudio. Los alimentos no consumidos y los desperdicios dejados por cada niño también fueron pesados después de cada comida. Se pensó que el período de dos días era muy corto, pero se decidió hacerlo así en base a las limitaciones que involucra la aplicación del método de peso directo, el cual demanda prácticamente una trabajadora de campo para cada familia, por tener que permanecer durante todo el día en el hogar. Sin embargo, la validez de los resultados dietéticos se sometió a prueba por medio de los hallazgos bioquímicos y clínicos del estudio, los cuales confirmaron las deficiencias dietéticas observadas en la ingesta de calorías, proteína, vitamina A y riboflavina. Más tarde, en Centro América se hicieron otros estudios dietéticos siguiendo más o menos el mismo método y con el

mismo propósito, esto es, determinar el estado nutricional de los diferentes grupos de población del área (7, 8).

En el lapso comprendido de 1955 a 1962 el INCAP estuvo involucrado en un proyecto específico orientado a establecer la interrelación entre la nutrición y las infecciones, el cual incluyó tres comunidades indígenas del altiplano de Guatemala. Los estudios dietéticos fueron considerados de inmediato como esenciales para medir los posibles cambios a suscitarse en los patrones dietéticos de las poblaciones investigadas durante los cuatro años que cubriría la investigación, especialmente en el pueblo escogido para el programa de suplementación. Dado el hecho de que se trataba de una tipo particular de población, se descartó el método de peso directo y se buscó un procedimiento y una técnica diferentes para estimar las cantidades reales de alimentos servidos a los niños durante el período del destete y con posteridad al mismo (9, 10). Las encuestas dietéticas se efectuaron en cada población al inicio del proyecto, repitiéndose a los seis meses y al año; más tarde se repitieron anualmente y en la misma época estacional. Con el fin de recolectar los datos necesarios referentes tanto a la familia como al niño, se realizó una serie de visitas a las madres después de cada comida y durante tres días, tratándose de estudiar un grupo de familias los días martes, miércoles y jueves, y el resto, los días viernes, sábado y domingo. La información provista por las madres fue suplementada pesando todos los alimentos en crudo así como las porciones de alimentos ya preparadas, equivalentes a las que fueron servidas al niño, utilizándose para ese propósito las medidas acostumbradas en cada hogar. Puesto que tal procedimiento demostró tener éxito en la encuesta dietética de los preescolares, se acordó continuar utilizándolo en otros estudios dietéticos realizados en niños pequeños, los cuales se llevaron a cabo en diferentes comunidades de los países del área centroamericana (11).

Por otro lado, como parte de una encuesta nutricional realizada en la India por Someswara Rao y colaboradores (12), se recolectaron datos sobre la ingesta de alimentos de un total de cerca de 18,000 preescolares, utilizando técnicas dietéticas precisas. Recientemente se llevó a cabo un análisis especial de estas encuestas con miras a elucidar la deficiencia de proteína, para lo cual se tomaron sólo 1,368 niños de seis centros dife-

rentes. Los resultados revelaron que la ingesta de calorías fue menor de 100 Cal/kg de peso corporal, cifra que se considera adecuada para esas poblaciones, mientras que en lo referente a proteína, que probablemente podría haber sido adecuada, la ingesta resultó ser deficiente a causa de las limitaciones calóricas (13).

Widdowson (14) y Bransby (15) en la Gran Bretaña, estudiaron las dietas de los niños antes y después de la Segunda Guerra Mundial, siguiendo en ambos casos la metodología diseñada por Widdowson para recolectar la información. Cada familia fue provista de una balanza y formularios especiales, así como de un instructivo detallado para obtener el peso de todos los alimentos consumidos realmente por el niño durante siete días. El estudio de Widdowson, realizado de 1935 a 1939, incluyó 435 sujetos de sexo masculino y 481 de sexo femenino de todas las edades (de 1 a 18 años) pertenecientes todos ellos a la clase media. El hallazgo más sorprendente en este estudio fue el de una variación individual muy amplia en la ingesta de los niños del mismo sexo y de la misma edad, o bien del mismo peso y de igual talla. Por primera vez, dicho estudio rindió un conocimiento muy completo de la calidad y cantidad de alimentos consumidos por los niños antes de la Guerra. El estudio de Bransby (15) incluyó 461 niños de edades que variaban desde 6 meses hasta 4 años. En este caso, la trabajadora de campo visitó a la madre antes de dar principio al estudio con la finalidad de explicarle la técnica de pesada de los alimentos y manera de registrar cada uno de los ingredientes; hizo también todo el esfuerzo posible para obtener su más completa colaboración. El registro del consumo de alimentos durante una semana estuvo a cargo de la madre, quien también pesó los desechos o sobrantes dejados por el niño en su plato. Una vez más el estudio demostró una gran variación individual en el consumo alimentario de los niños, hallazgo que no pudo explicarse adecuadamente: el promedio de ingesta calórica por día osciló entre 1,080 y 1,730.

Recientemente, en 1969, Owen y Kram (16) notificaron el primer estudio hecho en los Estados Unidos con datos sobre el consumo de alimentos obtenidos por el método de registro diario. Dichos autores estudiaron 558 niños en el Estado de Misisipí, mediante entrevistas en los hogares. Cada familia fue visitada durante tres días para recolectar información so-

bre su status socioeconómico, origen de los alimentos, técnicas de preparación y hábitos dietéticos del niño; se llevó, asimismo, un registro exacto del consumo de alimentos de los niños. En concreto, tal procedimiento es prácticamente la técnica clásica seguida por el INCAP para la obtención de datos de la familia y del niño.

### *Estudios longitudinales*

Todas las encuestas antes citadas se realizaron transversalmente, y con el mismo propósito: obtener información sobre los patrones alimentarios e ingesta de alimentos. Otros investigadores han seguido una pauta diferente para evaluar el efecto de la dieta sobre el tamaño de los niños y su capacidad de aprendizaje, esto es, aplicando estudios de índole longitudinal. Se hacen mediciones periódicas individuales que incluyen evaluaciones dietéticas para determinar el efecto de la dieta en los cambios que se suceden durante el proceso dinámico de crecimiento y desarrollo de cada niño. Dos estudios dietéticos sobresalientes en este género, fueron diseñados en los Estados Unidos como parte de un extenso proyecto nutricional, y llevados a cabo por nutricionistas de la Escuela de Salud Pública de Harvard, En Boston, Massachusetts, y por nutricionistas del "Consejo de Investigación del Niño" en Denver, Colorado. El método denominado "historia dietética" que Burke desarrolló en 1947, fue aplicado para estudiar a dichos niños. Burke y colaboradores evaluaron las dietas de los mismos individuos, desde la edad de un año hasta los 18 (17), recabando información sobre la alimentación típica diaria y los cambios dietéticos ocurridos durante ese largo período. El método implica la recolección de datos sobre el consumo de alimentos durante una visita rutinaria del niño a la clínica cada seis meses en los primeros años, y anualmente en los subsiguientes. Se obtiene así una historia dietética detallada en la que, para calcular la ingesta de nutrientes, se utiliza el promedio de consumo por día del niño durante los 6 ó 12 meses de intervalo. Las cantidades de alimentos las informa la madre en términos de medidas usuales, y en el caso de que ella no pueda determinar las cantidades, los datos se excluyen. Además, se obtiene información sobre el consumo durante las 24 horas previas a la visita, aplicando el método de recordatorio como técnica de chequeo cruzado para reducir los errores.

Burke indica que los puntos esenciales de esta técnica son: 1) un grado satisfactorio de inteligencia y de cooperación por parte del informante; 2) una entrevistadora con un alto grado de entrenamiento que la capacita para ganar la confianza de la madre, y 3) un conjunto de reglas estandarizadas para transcribir la información dietética descriptiva a unidades exactas. A juicio de los autores, este método aporta información lo suficientemente exacta para correlacionar la dieta con los diferentes cambios clínicos que ocurren en el niño durante los años de crecimiento. Sin embargo, los resultados han sido notificados en forma transversal, obteniéndose exactamente el mismo tipo de datos que obtuvo Widdowson, esto es, una amplia variación en la ingesta de los niños de la misma edad y sexo. Las diferencias entre las ingestas más bajas y las más altas, dentro del mismo grupo de la misma edad, fueron de tres a seis veces mayores que la ingesta más baja para ciertos nutrientes (18).

El mismo método ha sido utilizado por Beal (19) después de una evaluación cuidadosa de sus resultados preliminares. Con la introducción de ciertas variantes a la técnica para reducir los errores involucrados, dicha investigadora ha podido obtener datos dietéticos de gran valor en niños preescolares. Para sus estudios seleccionó familias de las clases alta y media e incluyó más o menos 38 niños a partir del período prenatal. El estudio prosiguió con el niño después del nacimiento y el plan fue trazado a modo de que la investigación continúe a través de toda la vida de cada sujeto. La inscripción y participación en tal estudio se hace sobre bases voluntarias de parte de la familia, y la madre tiene que estar en capacidad de comprender y apreciar la finalidad e importancia de la investigación. Las historias dietéticas se toman a intervalos de un mes durante el primer año de vida, y más tarde a intervalos de tres meses. La entrevista se lleva a cabo mediante una visita al hogar en la fecha y hora convenientes para la familia, a la cual se le ha explicado previamente acerca de la clase de datos sobre los que se les interrogará. La presencia de la encuestadora en cada hogar le permite observar las medidas de los vasos y tamaños de recipientes para estimar las cantidades de alimentos consumidas por el niño, así como asegurarse acerca de la clase del producto y de las recetas culinarias propias de la familia. Beal hace énfasis en el hecho

de que para obtener resultados que puedan ser correlacionados con observaciones concomitantes en los mismos individuos, tanto en las áreas físicas como fisiológicas, la información debe ser suficientemente detallada y exacta. En estos trabajos ella insiste en que el método de historia dietética es un instrumento de gran valor para los estudios a largo plazo, pero que la cooperación y la inteligencia del sujeto entrevistado, así como la sutileza del entrevistador, son factores esenciales para aplicar el método con el éxito deseado.

En Australia, y como parte del proyecto sobre crecimiento y desarrollo del niño en Melbourne, los investigadores Cahn y Neal (20) estudiaron 60 niños y 60 niñas de 2 a 5 años de edad, siguiéndolos longitudinalmente por un período de tres años. En su visita anual a la clínica, cada madre entregaba registros del consumo de alimentos del niño durante una semana. Para establecer cuantitativamente la ingesta promedio diaria se utilizaron esos registros, pero complementándolos con la información provista por la madre en el curso de la entrevista. Se encontró que durante el tercer año del estudio más o menos el 55% de las dietas eran adecuadas; en el segundo año la proporción de dietas satisfactorias fue menor y en el transcurso del primer año, aún inferior.

### ESTUDIOS SOBRE METODOLOGIA

Con el propósito de visualizar los méritos y las limitaciones de las diferentes técnicas empleadas para recolectar información dietética referente a niños, cobra particular valor la descripción de aquellos estudios dietéticos que se han llevado a cabo con tales fines, es decir, con miras a evaluar los métodos utilizados y comprobar la validez de los resultados. Potgieter y Fellingham (21) en sus trabajos con niños escolares pertenecientes a tres grupos raciales diferentes en Pretoria, Africa, sometieron a prueba el método de peso directo para estimar el consumo de alimentos, comparando los resultados de 24 horas con los períodos de 7 días. El método de 24 horas se aplicó en 2,250 niños, y el de peso directo de 7 días en una submuestra obtenida de esos mismos niños, todos ellos pertenecientes al grupo de 7 años de edad. El análisis de los resultados recabados en los tres grupos: el Bantú, el Hindú y el de niños denominados "colored" (grupo racial procedente

de la Malasia), se hizo utilizando los promedios de ingesta diaria de nutrientes durante los 7 días, comparándolos luego con los correspondientes a la ingesta de 24 horas. Los coeficientes de correlación entre los valores obtenidos para cada nutriente fueron relativamente bajos, pero los valores para vitaminas A y C difirieron significativamente, y lo mismo sucedió en algunos casos en lo referente a riboflavina. Los autores concluyen que el método de peso directo de 24 horas puede reemplazar al de peso directo de 7 días si la encuesta requiere únicamente promedios de población.

En sus trabajos con el mismo grupo de niños y estudiando los pertenecientes a la raza blanca, Lubbe (22) comparó el método preciso de 7 días de peso directo con el de historia dietética, introduciendo en este último método algunas modificaciones ideadas por él para adaptarlo al tipo de población en referencia. Así la historia dietética modificada, proporcionó información detallada sobre la ingesta de alimentos, tanto de los miembros a nivel individual como de todo el grupo. Sin embargo, los datos representan más bien el patrón alimentario seguido durante un largo tiempo o en la estación del año estudiada. Las entrevistas en los hogares fueron de naturaleza informal, y para determinar las cantidades de alimentos consumidas se obtuvieron los pesos de alimentos o porciones similares a las ingeridas. En este caso, la finalidad de la historia dietética fue obtener el menú típico representativo de la dieta de un día. Con el método preciso de peso directo durante 7 días se trató de mantener siempre un clima familiar, pidiéndose a los sujetos que no se desviaran de su patrón dietético usual. El análisis de los resultados reveló que en los sujetos considerados individualmente, los límites de variación en su ingesta diaria de 7 días, aplicando el método de peso directo, fluctuaron entre 619 y 3,075 calorías para todos. Al aplicar el método de historia dietética modificada, los límites de variación oscilaron entre 1,123 y 2,417 calorías cuando los sujetos fueron considerados individualmente. Se encontró, asimismo, que la variabilidad de día en día acusó diferencias apreciables de un sujeto a otro, y que la variación de día a día para cada sujeto era diferente entre un nutriente y otro. Los promedios de la ingesta diaria mostraron una variación de 1,781 a 1,891 en lo referente a calorías, con un promedio de 1,842 para el método de peso directo de 7 días. El promedio

de ingesta diaria del grupo, considerado globalmente y obtenido por el método de historia dietética modificado, ascendió a 1,866 calorías. Con respecto a los promedios, los autores llegan a la conclusión de que el método de historia dietética modificado rinde resultados suficientemente satisfactorios, en comparación con los que se obtienen siguiendo el método de peso directo, que si bien es más preciso, es muy laborioso y requiere mucho tiempo.

En Jamaica, Fox y colaboradores en sus estudios con niños preescolares, compararon también los datos obtenidos por el método recordatorio de 24 horas y por pesada directa de los alimentos (23). La investigación incluyó 665 niños comprendidos entre las edades de menos de 1 año a 6 años, pertenecientes a 369 familias. El método de recordatorio de 24 horas fue el utilizado para recolectar datos sobre el consumo de alimentos de 6 días; y para probar la validez de tales datos, éstos se compararon con los obtenidos por el método de peso directo de los alimentos registrados ese mismo día. Para comparar los resultados se preparó una lista de 39 alimentos principales, los cuales fueron tabulados contando el número de concordancias o discrepancias encontradas al colocar conjuntamente las dos series de cifras. Algunos alimentos que sí se registraron por la técnica de pesada fueron omitidos al recabarse la información empleando el método de recordatorio. Con el método por pesada directa de los alimentos se obtuvieron promedios más altos del consumo diario de los principales nutrientes; las diferencias fueron estadísticamente significativas, al nivel del 1% para calorías, y al de 5% para proteínas.

En la India, varios nutricionistas han estudiado la validez de los diferentes métodos en pequeños grupos de población, comparándolos con el método de peso directo y tomando en consideración la influencia de las estaciones del año así como el nivel económico de las familias. Por ejemplo, Devadas y Easwaran (24) en sus trabajos con diferentes grupos socioeconómicos, utilizaron el método de cuestionario oral en 99 niños, y el de peso directo en 6 niños del mismo grupo, para medir con mayor exactitud el grado de deficiencias dietéticas de que adolecían. Sundararaj *et al.* (25) dan cuenta de otro estudio en el que encuestaron 22 niños en cada estación del año, aplicando el método de peso directo durante tres días conse-

cutivos. Dichos investigadores informan que con el método por cuestionario, las cantidades de ingredientes que las familias utilizan para preparar ciertos platos o bebidas típicas, no pudieron ser registradas con ningún grado de exactitud.

Thimmayamma y Hanumantha Rao, también en la India efectuaron un estudio comparativo del método de cuestionario oral con observaciones reales de las ingestas dietéticas, el cual incluyó 30 niños preescolares (26). La información fue obtenida mediante el peso directo de los alimentos consumidos por cada niño durante un período de 7 días, y también por el método de cuestionario oral. Los niños procedían de familias de grupos de bajos ingresos, y por consiguiente, las dietas que recibían no eran muy variadas. Los resultados de ambos procedimientos no mostraron diferencias al comparar sólo los promedios para todo el grupo, pero estudiando los registros individuales los resultados revelaron diferencias apreciables. Las madres únicamente pudieron notificar el consumo de cereales y leguminosas, aunque algunas veces en exceso, pero se olvidaron por completo de los vegetales y las frutas que sí fueron consumidos por los niños. En general, todas las madres con hijos menores de 2 años de edad no estuvieron en posición de determinar en forma adecuada cuál había sido la ingesta dietética de los niños.

Como parte de sus estudios con niños de la Polinesia, Neave (27) llevó a cabo encuestas dietéticas entre diferentes grupos de nativos. Aplicó el método de cuestionario en 1,968 niños para obtener una descripción de los hábitos dietéticos de cada grupo, y el método de peso directo durante 8 días consecutivos para determinar cuantitativamente el consumo de alimentos y nutrientes de 21 niños seleccionados al azar.

El método de cuestionario ha sido utilizado asimismo por un grupo de investigadores de Chile, quienes lo aplicaron primero a madres durante el embarazo, y luego a niños pequeños, haciendo un estudio crítico de las diferentes técnicas empleadas. Los resultados de este trabajo fueron dados a conocer por Arteaga y colaboradores (28). Dichos autores estudiaron 20 niños aplicando tres métodos diferentes para determinar su ingesta dietética: el método de cuestionario, el de peso directo y el de análisis químico de alícuotas. Los datos obtenidos por el método de cuestionario fueron siempre más altos que los recabados a través de los otros dos métodos, y la

cantidad de alimentos registrada acusó una constante uniformidad, lo cual carecía de exactitud. Este es un hecho que se observa frecuentemente en los estudios dietéticos. Por otra parte, los mismos investigadores encontraron que los resultados del análisis químico eran bastante similares a los obtenidos con el método de peso directo.

En los Estados Unidos de América, Guthrie (29) estudió 52 lactantes de 9 meses a 2 años de edad, procedentes todos ellos de sectores de nivel económico diferente. Cada una de las madres se responsabilizó de llevar un registro diario de los alimentos consumidos por el niño durante el período de una semana, siguiendo las instrucciones giradas para ese propósito por los nutricionistas o por los médicos. Guthrie encontró que entre los datos coleccionados diariamente o durante una semana no había diferencias estadísticas, salvo en lo que respecta a vitamina C, nutriente con relación al cual sí hubo una gran variación individual.

### PERIODOS DE OBSERVACION

De acuerdo con las experiencias del INCAP, el procedimiento de tres días debe aplicarse cuando se conocen previamente las condiciones ecológicas de la localidad, a fin de seleccionar adecuadamente qué días de la semana deben estudiarse. Para ilustrar esta afirmación, mencionaremos un estudio nutricional hecho en un área rural de Guatemala, "San Antonio La Paz", comunidad localizada en la región oriental del país. Se habían realizado ya varias encuestas de nivel familiar por períodos de 7 días, pero dado que se carecía de información sobre la ingesta individual de los niños, se acordó emprender una investigación de este tipo en preescolares (30). Con este fin, se utilizó una muestra de 30 familias para determinar tanto la ingesta de la familia como la del niño, y se dividieron en tres grupos para investigarlos en diferentes períodos de tiempo, como sigue: para el primer grupo, un día; para el segundo, tres días, y para el tercer grupo, 7 días. Los registros correspondientes a un día se tomaron en diferentes días de la semana. Se sabía de antemano que no existía mercado en la localidad sino únicamente pequeñas ventas surtidas por vendedores ambulantes y una carnicería que operaba esporádicamente. Todos los habitantes se dedicaban a la agricultura, no

**CUADRO Nº 1**  
**PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA INGESTA DE 30 FAMILIAS**  
 (expresados por persona/día en los diferentes períodos)

Calorías y nutrientes		Períodos					
		1 día		3 días		7 días	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
Calorías		1860 ± 568		1699 ± 401		1592 ± 511	
Proteína total	g	59.6 ± 20.2		50.0 ± 13.7		51.4 ± 16.0	
Proteína animal	g	7.9 ± 14.0		2.7 ± 3.7		7.4 ± 3.3	
Calcio	mg	968 ± 374		906 ± 302		798 ± 326	
Hierro	mg	16.5 ± 10.2		13.3 ± 8.3		12.7 ± 4.5	
Vitamina A	UI	2547 ± 5698		633 ± 578		967 ± 639	
Tiamina	mg	1.07 ± 0.34		1.00 ± 0.31		0.93 ± 0.34	
Riboflavina	mg	0.68 ± 0.41		0.48 ± 0.13		0.53 ± 0.18	
Niacina	mg	12.07 ± 3.71		10.10 ± 2.02		10.40 ± 2.50	
Vitamina C	mg	38 ± 30		41 ± 24		39 ± 19	
Número de familias		10		10		10	

$\bar{X}$  = Promedio.

D.E. = Desviación estándar.

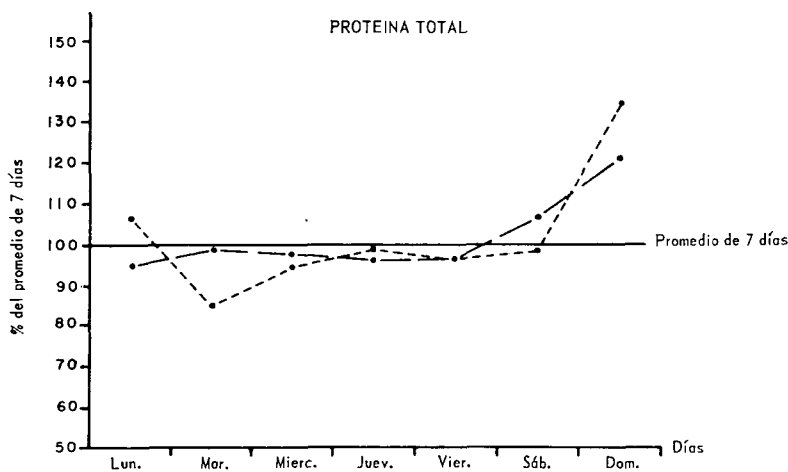
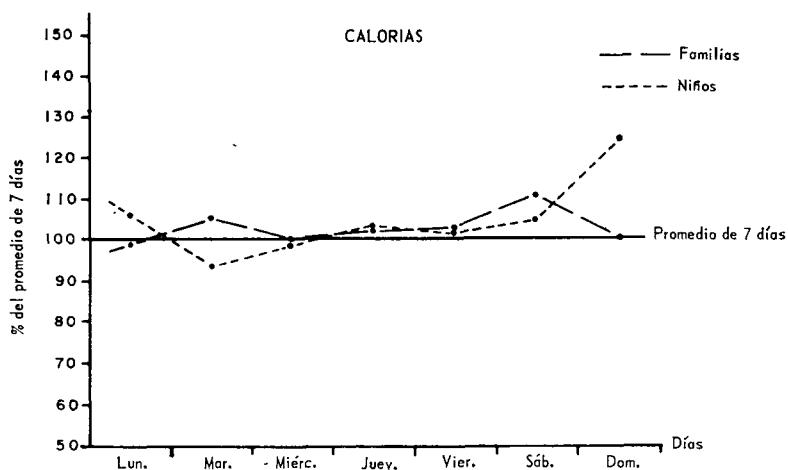
**CUADRO Nº 2**  
**PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA INGESTA DE 34 NIÑOS**  
 (expresados por niño/día en los diferentes períodos)

Calorías y nutrientes		Períodos					
		1 día		3 días		7 días	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
Calorías		895 ± 399		770 ± 398		785 ± 296	
Proteína total	g	30.8 ± 15.4		21.4 ± 13.8		24.8 ± 10.4	
Proteína animal	g	5.0 ± 9.9		1.6 ± 2.8		5.5 ± 6.2	
Calcio	mg	406 ± 143		348 ± 226		433 ± 228	
Hierro	mg	9.8 ± 5.7		6.1 ± 4.1		6.0 ± 3.3	
Vitamina A	UI.	2023 ± 5500		270 ± 238		600 ± 518	
Tiamina	mg	0.58 ± 0.25		0.49 ± 0.26		0.51 ± 0.17	
Riboflavina	mg	0.45 ± 0.44		0.26 ± 0.17		0.40 ± 0.28	
Niacina	mg	6.45 ± 2.86		5.17 ± 2.72		5.02 ± 2.00	
Vitamina C	mg	46 ± 42		49 ± 61		36 ± 46	
Número de niños		11		12		11	

$\bar{X}$  = Promedio.

D.E. = Desviación estándar.

existiendo ninguna otra fuente de trabajo en el lugar. En los Cuadros Nos. 1 y 2 se dan a conocer los promedios de ingesta determinados para cada grupo de familias investigadas en los tres diferentes períodos. Según se observa, tanto en el caso de las familias como de los niños, las ingestas individuales muestran una amplia variación en calorías y en todos los nutrientes, particularmente en lo que respecta a proteína animal y vitamina A. Al comparar los resultados promedio para los tres períodos de tiempo, se aprecia que la ingesta de calorías, proteína total, hierro, tiamina, y niacina, fue prácticamente la misma en las familias y en los niños, para los períodos de 3 y de 7 días, respectivamente. En cuanto a calcio y vitamina C, los promedios fueron más o menos iguales para los tres períodos de tiempo. Las cifras promedio para el grupo encuestado por el procedimiento de un día en general fueron más altas que las correspondientes a los otros dos grupos, pero la desviación estándar indicó una variación más amplia entre las ingestas individuales. Si el estudio de un día hubiese incluido más sujetos, los promedios podrían haber sido más confiables, ya que los períodos de 3 y 7 días realmente representan un mayor número de observaciones que las hechas en el grupo investigado sólo un día. Comparadas con las de este último grupo, las desviaciones estándar para los grupos de 3 y 7 días tienden a ser más pequeñas. Debido a que la proteína animal estuvo disponible solamente durante 1 ó 2 días de la semana, la ingesta promedio del grupo encuestado en un día se aproxima más a la cifra correspondiente al grupo de 7 días, y se diferencia grandemente del grupo de 3 días, ya que en el primer caso los datos son representativos de todos los días de la semana. Para ilustrar la variación diaria en la ingesta de nutrientes durante 7 días, las ingestas de las familias y de los niños, día por día, se compararon luego con el promedio de 7 días. La Fig. 1 muestra la oscilación en la ingesta de calorías y proteína de las familias y de los niños, la cual permanece casi constante de lunes a sábado; solamente el día martes fueron ligeramente más bajos los niveles correspondientes a los niños. La ingesta calórica familiar alcanza el nivel promedio de los 7 días únicamente el día domingo, mientras que en el caso de los niños, las ingestas en calorías de ese día sobrepasan el promedio semanal. En cuanto a la ingesta de proteína total entre familias y niños, en el día domin-

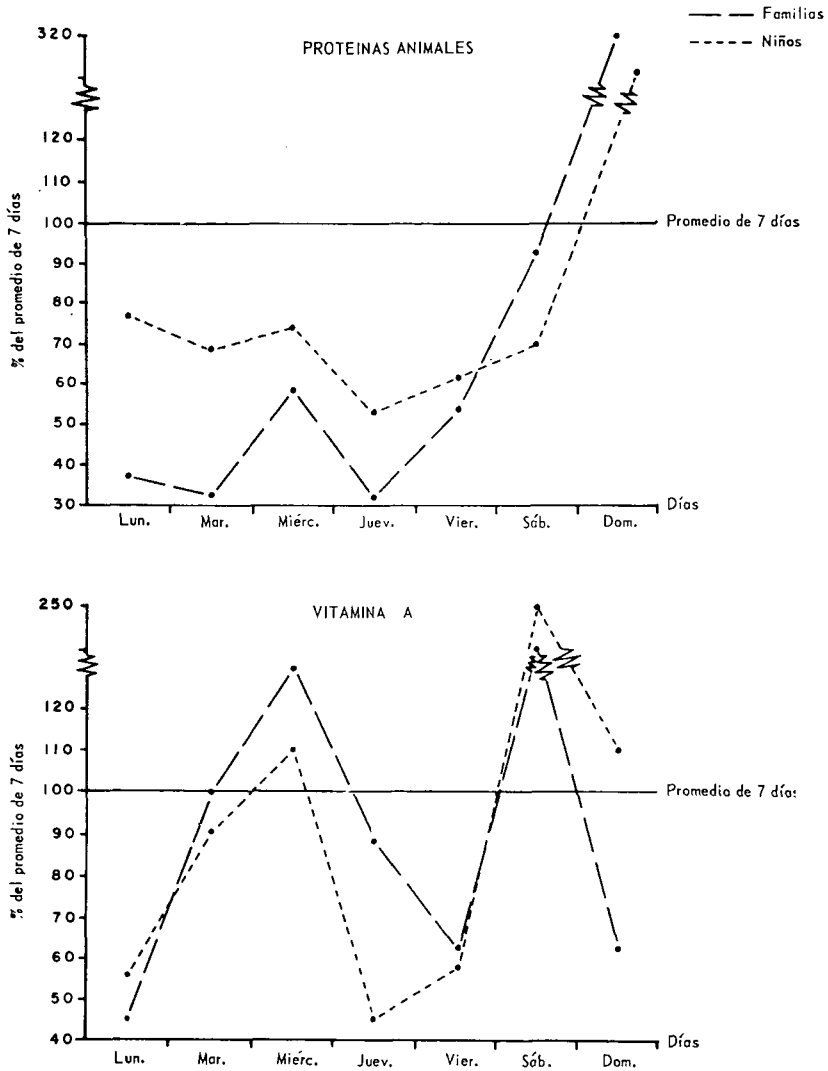


Incap 71-897

Figura 1.—Divergencia diaria del promedio de la ingesta semanal.

go ésta acusa un notorio incremento debido al consumo de carne. Esta información se aprecia con mayor claridad en la Fig. 2 en la que, en primer lugar, se presenta la variabilidad de la ingesta de proteína animal, observándose que tanto las familias como los niños duplican o triplican su ingesta promedio semanal el día domingo. Como era de esperar, en vitamina A las cifras muestran una gran variabilidad de un día para otro

en el caso de ambos grupos, familias y niños, pero siguiendo una curva significativa que coincide con la disponibilidad de alimentos en el hogar. Las principales fuentes de vitamina A en las dietas fueron maíz amarillo y plátano maduro. Para preparar el alimento diario básico, "tortillas", se utiliza maíz ama-



Incap 71-989

Figura 2.—Divergencia diaria del promedio de la ingesta semanal.

rillo o blanco dependiendo de la disponibilidad de este producto en las pequeñas tiendas, ya que la producción local es muy limitada.

Este último estudio ilustra la necesidad de llevar a cabo por lo menos un estudio dietético preliminar de 7 días, a fin de establecer si en ciertos días de la semana existe alguna tendencia persistente hacia mayores ingestas de determinados nutrientes en comparación con los otros días.

### COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios citados pueden parecer hasta cierto punto controversiales, y no pueden derivarse de ellos conclusiones definitivas que permitan establecer cuál sería el método más conveniente y confiable para determinar la ingesta individual de nutrientes en un grupo de niños. Obviamente, cada tipo de población de antecedentes culturales y sociales diferentes, y con potencialidades agrícolas y económicas también diferentes, requerirá técnicas específicas para el estudio de sus dietas. Esas técnicas pueden ser modificaciones a los métodos clásicos de encuestas dietéticas, adaptados a situaciones especiales, con el fin de que sean efectivas en manos del investigador. Sin embargo, en base a los trabajos citados, cabe subrayar algunos puntos básicos de importancia, como son los siguientes:

1. La buena armonía entre el entrevistador y el entrevistado es un requisito indispensable para asegurar la obtención de datos confiables; por consiguiente, el investigador a cargo de la entrevista debe tener un alto grado de entrenamiento en esta disciplina. Young (31) indica que, según parece, muchas personas interesadas en obtener información de carácter dietético tienen la noción errónea de que prácticamente cualquiera puede hacer este tipo de trabajo; por lo tanto, los interesados quedan ampliamente satisfechos de delegar esa función en sujetos que no tienen la deseada preparación.

2. El nutricionista a cuyo cargo estará el estudio dietético debe participar en todas las etapas de planeamiento del proyecto de que formará parte su estudio, a modo de tener una definición clara del propósito para el cual se requiere recolectar esos datos dietéticos. Además, debe saber si el objetivo es la búsqueda de la ingesta real de alimentos, o únicamente la

determinación de la ingesta dietética usual del individuo, ya que éstos conciernen a dos tipos de información muy diferentes (32).

3. Cuando se trata de investigaciones dietéticas, no existe sustitución posible para la visita al hogar. Las desventajas que algunas veces ocasionan las dificultades de transporte, o tiempo, o la necesidad de recorrer a pie largas distancias repetidas veces, hasta que el investigador encuentra a la madre en el hogar o ésta se halla dispuesta a recibirlo, nada significan en comparación con las ventajas que se obtienen al realizar la entrevista en el propio hogar. El valor de la visita a la madre como una actividad en su vida social, el ambiente familiar del hogar, o el conversarle en la cocina donde los alimentos se están preparando, trae consigo una atmósfera propicia y agradable. Por otro lado, todo ello faculta al investigador a pesar todos los alimentos, medir tazas o vasos, revisar productos alimenticios o recetas y, aún más, a observar de cerca la interrelación que existe entre la madre y el niño e, inclusive, captar directamente algunos instantes de la escena familiar en horas de comida.

4. Existe suficiente evidencia indicativa de que en el caso de preescolares, el método de peso directo es el único que puede rendir información cuantitativa exacta, si el investigador permanece en el hogar registrando todos los eventos reales que se suscitan en la vida de la familia. Sin embargo, la observación directa es a veces detrimente para el niño preescolar bajo estudio, porque su conducta cambia así como la actitud de la propia familia, especialmente cuando el investigador tiene que pesar los alimentos a las horas de comida. Por este motivo es necesario modificar el método de peso directo utilizando diferentes diseños, de acuerdo con el tipo de población de que se trate. La técnica de enseñar a la madre a pesar los alimentos y llevar los registros requeridos puede tener éxito cuando se trata de personas de cierto nivel educacional y que están dispuestas a prestar toda su colaboración.

5. Cuando se trata de estimar la ingesta, ya sea que las medidas se verifiquen o no, las observaciones están sujetas a errores. Por consiguiente, para calcular las cantidades adecuadamente existe una sola técnica: el peso directo de los alimentos. A este respecto es pertinente mencionar los conceptos expresados por Thomson (33), quien indica que parecería axio-

mático que para determinar científicamente las cantidades de alimentos, se utilicen instrumentos para pesar. Sin embargo, son muchos los investigadores que quedan plenamente satisfechos con estimar la ingesta de alimentos utilizando tan solo procedimientos que no involucran ninguna medida objetiva; simplemente se interroga a los sujetos y se registra la descripción que, a base de memoria, hacen de sus hábitos dietéticos. En esa forma, sin medirlas, determinan las cantidades de los alimentos.

6. El establecimiento del número de días y cuáles de ellos deben ser estudiados para determinar la ingesta dietética, depende del conocimiento que se tenga del área y de los hábitos culturales de la población. Si no se han realizado encuestas dietéticas previas en la localidad, bajo todo concepto debe ejecutarse un estudio piloto de 7 días. Como en el caso de las investigaciones del INCAP, el promedio de 7 días puede ser utilizado como punto de referencia para conocer la magnitud de la desviación de cada día y decidir qué día o número de días podrían representar toda la semana, a fin de obtener información confiable en un período más breve.

7. En las experiencias obtenidas aplicando el método de recordatorio de 24 horas, que se considera como el más rápido y práctico para poblaciones de preescolares, se encontró que ciertos alimentos son omitidos al recoger la información dietética (23, 25); sin embargo, este método es recomendable cuando el propósito es cubrir una población extensa o cuando estos estudios están orientados hacia otros campos. Así, desde el punto de vista de la salud pública, área en la que las encuestas dietéticas llevan una finalidad diferente de la que persigue la investigación propiamente dicha, ya que se realizan con el objetivo de obtener información básica y esencial para los programas de educación nutricional, es recomendable aplicar el método de recordatorio de 24 horas. En este caso es aceptable un margen de error hasta del 10%, ya que las diferencias de familia a familia son mayores que las diferencias que pueden surgir entre dos métodos, y si el tamaño de la población se aumenta los resultados son aún más confiables. Por consiguiente, aplicando este método se puede lograr la evaluación de la dieta de los preescolares en un tiempo muy corto, ya sea en el hogar o aprovechando la visita de la madre y del niño al

centro asistencial o clínica, y es factible cubrir una mayor población en un período de tiempo más breve.

8. Finalmente, hay necesidad de definir claramente si lo que se necesita es caracterizar la ingesta dietética de un grupo, o si el estudio requiere la investigación de cada individuo en particular. En el primer caso bastará el registro de un día, obteniéndose la información en diferentes días de la semana. Tal conclusión se basa en el estudio de Chalmers *et al* (34), quienes destacan la importancia muy relativa que el número de días tiene en comparación con el número de individuos. Para obtener la ingesta promedio de un grupo con más exactitud, es más eficiente tomar un mayor número de sujetos que un mayor número de días. Cuando se trata de la ingesta dietética a nivel individual, se requiere previamente una investigación específica de la conducta del grupo, y en el caso de algunos nutrientes factibles de estimarse mejor que otros — como sucede con las calorías y la proteína total— éstos pueden medirse con mayor precisión. En lo referente a vitamina A, nutriente que siempre muestra fluctuaciones extremas, sobre todo cuando la ingesta se deriva de vegetales (35), es imposible estudiarla con un alto grado de precisión en un individuo dado, a menos que la investigación cubra períodos de más de 7 días.

Por otro lado, querer determinar la ingesta real de un niño considerado individualmente, por medio del método de historia dietética, es realmente una falacia. A través de experiencias personales se ha encontrado que aún en circunstancias muy especiales donde las familias han sido investigadas dietéticamente durante muchos años, las madres no recuerdan a ciencia cierta cuál fue la ingesta de los alimentos del niño más allá de las 24 horas, y el uso de un período más largo tan solo sirve para recolectar datos referentes al patrón dietético usual. En su apreciación de este problema, Beal (36) va aún más allá cuando indica que hasta el recordatorio de 24 horas —sin una advertencia anticipada al sujeto— es un simple test de memoria y pertenece más a la categoría de una prueba psicológica que al de una encuesta nutricional.

La repetición frecuente de las observaciones dietéticas en el mismo individuo o en la misma familia invariablemente introduce una serie de modificaciones en la conducta del encuestador y del encuestado, cuyo resultado es la obtención de

datos alterados o inexactos. Las observaciones tienen que ser muy espaciadas, cada 6 meses o cada año, para disminuir tales deformaciones; además debe aplicarse un método que no exija de la madre mayor participación o esfuerzo en cuanto a recordar y descubrir detalles de la dieta. Es posible que el método más apropiado para seguir a un niño en un estudio longitudinal es el del peso directo, ya que éste refleja con precisión la ingesta de los alimentos en el momento real. La repetición de esta evaluación cada cierto período será determinada por la edad del niño y por la logística del proyecto.

#### SUMMARY

##### Methodological for dietary surveys among preschool children

Quantitative dietary data on preschool children are urgently needed in a variety of situations. The choice of the appropriate method to obtain valid information on child food intake presents difficulties because of the lack of experimental studies for testing the various methods applied to the different socioeconomic groups.

A review of the available bibliographic material permitted to draw some general conclusions which should be considered in the practice of any dietary survey among preschool children. The revised studies were classified in three different types: the cross-sectional surveys, the longitudinal studies, and the experimental trials, involving the evaluation of methods. Several other reports are mentioned where a modified recall method has been used as a shorter and more practical way to evaluate the diets of small children.

For the purpose of studying the validity of dietary data among preschool children, obtained in shorter periods than the seven-day study, an experimental assay was conducted in a poor rural village of Guatemala; the average intake of one, three and seven days are given. The study revealed that average data of a one-day period could be more reliable if these represent all the days of the week.

One of the main conclusions reached is that the key for obtaining valid and accurate information relies in the finesse and training of the interviewer. In the second place, that in the practice of dietary studies there is no substitution for a home visit, and that accurate data on preschools is possible only if direct observations are performed. In addition, for the correct estimation of the quantities, there is only one technique: weighing of the food.

Finally, prior to determine the method and period of a given study, it is imperative to realize that defining a dietary intake of a group, is quite different from defining an individual diet. Furthermore, to assess the actual food intake or to determine the usual dietary intake of the individual constitute entirely two different objectives.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Huenemann, R. L. Nutrition and care of young children in Perú. I. Purpose, methods, and procedures of study. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 30: 554-558, 1954.
- (2) Huenemann, R. L. & C. Collazos C. Nutrition and care of young children in Perú. II. San Nicholas, a cotton hacienda, and Carquin, a fishing village in the coastal plain. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 30: 559-569, 1954.
- (3) Nicol, B. M. The nutrition of Nigerian children, with particular reference to their energy requirements. *Brit. J. Nutr.*, 10: 181-197, 1956.
- (4) Nicol, B. M. The nutrition of Nigerian children, with particular reference to their ascorbic-acid requirements, 207-215, *Brit. J. Nutr.*, 10: 275-285, 1956.
- (5) Flores, M. & B. García. The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlán. 1. Comparison of family and child diets. *Brit. J. Nutr.*, 14: 207-215, 1960.
- (6) Béhar, M., G. Arroyave, M. Flores & N. S. Scrimshaw. The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlán. 2. Comparison of dietary, clinical and biochemical findings. *Brit. J. Nutr.*, 14: 217-230, 1960.
- (7) Carrascosa Ferrigno, H. R. Estudio clínico nutricional en niños de edad pre-escolar de un barrio pobre de la ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas. Noviembre, 1956. Tesis de Médico y Cirujano.
- (8) Castillo, A. S. & M. Flores. Estudios dietéticos en El Salvador. II. Cantón Platanillos, municipio de Quezaltepeque, departamento de La Libertad. *Suplemento N° 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", 1955, p. 54-65.
- (9) Flores, M., B. García, Z. Flores & M. Y. Lara. Annual patterns of family and children's diet in three Guatemalan Indian communities. *Brit. J. Nutr.*, 18: 281-293, 1964.
- (10) Flores, M., Z. Flores & M. Y. Lara. Food intake of Guatemalan Indian children, ages 1 to 5. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 48: 480-487, 1966.
- (11) Flores, M., M. T. Menchú, M. Y. Lara & M. A. Guzmán. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en preescolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 41-58, 1970.
- (12) Someswara Rao, K., M. C. Swaminathan, S. Swarum & V. N. Patwardhan. Protein malnutrition in South India. *Bull. Wld Hlth Org.*, 20: 603-639, 1959.
- (13) Narasinga Rao, B. S., K. Visweswara Rao & A. Nadamuni Naidu. Calorie-protein adequacy of the dietaries of pre-school children in India. *J. Nutr. Dietet.*, 6: 238-244, 1969.
- (14) Widdowson, E. M. *A Study of Individual Children's Diets*. London, Her Majesty's Stationary Office, 1947. (Medical Research Council, Special Report Series N° 257).

- (15) Bransby, E. R. & J. E. Fothergill. The diets of young children. *Brit. J. Nutr.*, 8: 195-204, 1954.
- (16) Owen, G. M. & K. M. Kram. Nutritional status of preschool children in Mississippi. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 54: 490-494, 1969. (cf. *Nutr. Abst. Revs.* 40: 178, *Abst.* 1079, 1970).
- (17) Burke, B. S., R. B. Reed, A. S. van den Berg & H. C. Stuart. Caloric and protein intakes of children between 1 and 18 years of age. *Pediatrics*, 24: 922-940, 1959.
- (18) Burke, B. S., R. B. Reed, A. S. van den Berg & H. C. Stuart. A longitudinal study of the calcium intake of children from one to eighteen years of age. *Am. J. Clin. Nutr.*, 10: 79-88, 1962.
- (19) Beal, V. A. Dietary intake of individuals followed through infancy and childhood. *Am. J. Pub. Health*, 51: 1107-1117, 1961.
- (20) Cahn, A. & K. Neal. Nutritional and dietary aspects of the Melbourne Child Growth Study. *Med. J. Australia*, 2: 549-554, 1959.
- (21) Potgieter, J. F. & S. A. Fellingham. Assessment of methods for dietary surveys. *South African Med. J.*, 41: 886-890, 1967.
- (22) Lubbe, A. M. A survey of the nutritional status of white school children in Pretoria: description and comparative study of two dietary survey techniques. *South African Med. J.*, 42: 616-622, 1968.
- (23) Fox, H. C., V. S. Campbell & H. G. Lovell. A comparison of dietary data obtained in Jamaica by twenty-four-hour recall and by weighing. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 81-97, 1968.
- (24) Devadas, R. P. & P. P. Easwaran. Influence of socioeconomic factors on the nutritional status and food intake of pre-school children in a rural community. *J. Nutr. Dietet.*, 4: 156-161, 1967.
- (25) Sundararaj, R., A. Begum, G. Jesudian & S. M. Pereira. Seasonal variation in the diets of pre-school children in a village (North Arcot District). Part I. Intake of calories, protein and fat. *Indian J. Med. Res.*, 57: 249-259, 1969.
- (26) Thimmayamma, B. V. S. & D. Hanumantha Rao. A comparative study of the oral questionnaire method with actual observation of the dietary intake of pre-school children. *J. Nutr. Dietet.*, 6: 177-181, 1969.
- (27) Neave, M. The nutrition of Polynesian children. *Trop. geogr. Med.* 21: 311-322, 1969.
- (28) Arteaga, A., E. Rosales, C. Micheli, N. Castro, I. Barja, J. Tapia & S. Valiente. Estudio crítico de los métodos encuestales utilizados para conocer la alimentación infantil. *Nutr. Bromatol. Toxicol.*, 6: 141-153, 1967.
- (29) Guthrie, H. A. Evaluation of infant diets. Daily versus weekly collection. Physician versus nutritionist requests. *Am. J. Clin. Nutr.*, 14: 202-204, 1964.
- (30) Flores, M. Datos inéditos.
- (31) Young, C. M. The interview itself. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 35: 677-681, 1959.
- (32) Marr, J. W. Individual weighed dietary surveys. *Nutrition*, 19: 18-24, 1965.

- (33) Thomson, A. M. Diet in pregnancy. 1. Dietary survey technique and the nutritive value of diets taken by primigravidae. *Brit. J. Nutr.*, **12**: 447-461, 1958.
- (34) Chalmers, F. W., M. M. Clayton, L. O. Gates, R. E. Tucker, A. W. Wertz, C. M. Young & W. D. Foster. The dietary record - How many and which days? *J. Am. Dietet. Assoc.*, **28**: 711-717, 1952.
- (35) Beal, V. A. Nutritional intake of children. IV. Vitamins A and D and ascorbic acid. *J. Nutrition*, **60**: 335-347, 1956.
- (36) Beal, V. A. The nutritional history in longitudinal research. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **51**: 426-432, 1967. (cf. *Nutr. Abs. Revs.*, **38**: 905, Abs. 5380, 1968).

# **Biochemical measurements in the assessment of the protein nutrition status**

W. K. SIMMONS

## **SUMMARY**

The author discusses the problems encountered in the appraisal of the protein calorie nutrition status. The biochemical tests discussed are total serum protein, serum albumin, serum amino acid ratio, urinary creatinine-height index, urinary hydroxyproline index, urinary urea nitrogen/creatinine ratio, and the urinary inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio.

It is concluded that for the present time and probably into the near future the hope of assessing the PCM status in communities lies in the integration of dietary, anthropometric and biochemical tests.

## **INTRODUCTION**

Numerous nutrition surveys have been conducted around the world and within the framework of most of these surveys an effort was made to establish the protein or protein-calorie nutrition status of the population group being surveyed. The methods employed usually consisted of clinical, anthropometric, dietary, and biochemical assessments. However, by using these various disciplines no good system has been devised to integrate the data from the various disciplines into an effective "system" or "profile" to determine the protein-calorie nutrition status of the population groups being studied.

During the past decade many scientists and nutrition experts have been concerned with the problem of insufficient protein in the world. However, recently it has been noted that the major deficiency in diets of the poor in developing coun-

\* Nutrition Advisor, Pan American Health Organization, Instituto de Nutrição, Cidade Universitária, 50.000, Recife, Brazil.  
Recibido: 21-10-1971.

tries is also that of calories. An increased evidence indicates that the latter of the two deficiencies is on the upsurge. This deficiency of calories greatly affects the picture of protein deficiency and hence the term protein-calorie malnutrition (PCM) (1) was devised. This term is being used in this report to cover mild to severe cases and includes both kwashiorkor and marasmus.

The author wishes to discuss various aspects of clinical signs, anthropometric measurements, dietary data, and biochemical measurements and indicate the problems confronting the nutritionist today with the assessment of the protein-calorie nutrition status of population groups. However, since all aspects of both clinical signs and anthropometry are expertly covered in the monograph by Jelliffe (2) they will only be briefly discussed here. Also the reader is referred to the FAO monograph (4) by Emma Reh for guidance in conducting and analyzing the results from dietary surveys. A similar article has been written by the Committee on Procedures for Appraisal of Protein-Calorie Malnutrition of the International Union of Nutritional Sciences (5). The present article gives more of the authors own views and a more complete bibliography.

### *Clinical Assessment*

First, clinical signs while being useful have certain limitations. The clinical signs usually seen in kwashiorkor such as oedema, despigmentation of the hair, muscle wasting, easy pluckability of the hair, thin sparse hair, straight hair, diffuse pigmentation of the skin, psychomotor changes, moon-face, hepatomegaly, and flack paint-dermatitis and adipose tissue wasting in marasmus (2) (3) are usually seen in children already admitted to the hospital and are rarely encountered in the field. The so-called "pre-kwashiorkor", "sub-clinical kwashiorkor", or "early nutritional marasmus" is usually seen in field surveys, and as can be imagined, clinical signs of these mild to moderate cases are difficult to recognize.

Also, clinical signs are difficult to standardize and many times different results from different investigators on the same population have been noted.

However, it should be pointed out that the detection of clinical signs can be carried out without costly equipment and

one examiner can examine many children in a short period of time. Also clinical signs are more useful in areas where the predominant form of PCM is kwashiorkor.

Certainly, clinical signs should be recorded in any nutrition survey because they may greatly aid the investigator to determine the occurrence of the two severe syndromes (kwashiorkor and marasmus) in any given population. But, their limitations have to be taken into account.

### *Anthropometric Measurements*

Nutritional anthropometry is used to measure variations of physical dimensions of the body at different ages in relation to the nutritional status. Since growth retardation with the resulting body disproportion is one of the first indicators of mild PCM nutritional anthropometry can be one of the most valuable objective measurements in assessing the protein-calorie nutrition status.

The main measurements used are weight, height (length), arm circumference, triceps skinfold, and head and chest circumference. These measurements are then related to either international or local standars from the same measurements; usually international standards.

One problem encountered in anthropometry is that weight, height, arm circumference and triceps skinfold are dependent upon knowing the precise age. Since in many developing countries the exact ages are not recorded this can be a major problem (Africa mainly). However, the chest-head ratio, weight-for-height and weight-for-head circumference may be used when ages are not known (2).

Also, anthropometry, as clinical signs, is easy to conduct in the field and many children can be examined in one day with a small staff and little equipment. In populations where marasmus is the predominant form of PCM encountered anthropometry may be the only way to assess the nutritional status.

It should be noted however, that low or abnormal anthropometric measurements simply indicated a reduced growth rate and do not necessarily indicated any epecific nutritional deficiency. But when used with other nutritional measure-

ments such as clinical signs, dietary data, or biochemical measurements they can give invaluable information in helping to evaluate the nutrition status.

### *Dietary Status*

Dietary data is probably the most widely used of nutritional indicators in surveys but the worst analyzed and most underestimated. It is amazing to see that with the numerous nutrition surveys conducted around the world there is little precise data on the actual intake of protein and calories of pre-school age children. Most of the data on the diets of pre-school age children is taken from information that has been obtained through conventional weighing of the entire family diet and use of an arbitrary coefficient to compute the diet of the pre-school age child.

Since the science of nutrition has advanced to more exactness today it is possible to define the requirements of both protein and calories for different age groups. Therefore, the exact dietary data from the pre-school age child could be extremely useful in helping to assess the nutrition status of children in this age group.

Good dietary data does not only indicate the presence (only gross unless individual data is obtained) of protein and calories in relation to requirements but also has the advantage of being able to indicate the habits of the children expressing the different nutritional deficiencies.

Also dietary data is extremely helpful in interpreting the clinical and anthropometric measurements of which most are nonspecific. Dietary data if properly collected and used could be the most valuable parameter in helping to assess the PCM status of different population groups.

### *Biochemical Measurements*

Due to the non-specificity of both clinical and anthropometric measurements the physicians have turned to the biochemist to help solve the problem of the assessment of the PCM status. Unfortunately, even after around five years of intensive research by many excellent investigators no good single biochemical test has been developed for this assessment that is useful in all parts of the world. This is amazing since biochemists have already developed excellent procedures to

evaluated the nutrition status in regard to some other nutrients such as riboflavin or vitamin C.

The assessment of the protein nutrition status is more complicated for several reasons. First, the biochemist is not only confronted with the problems of a low protein intake but also with the interplay of calories. Secondly, other superimposed factors such as infections and worm infestations seem to also play a major role. Finally, deficiencies of their vitamins or minerals may also have an effect.

The following biochemical tests will be discussed with both their merits and limitations. They are a) total serum protein, b) serum albumin, c) serum amino acid ratio, d) urinary creatinine-height index, e) urinary hydroxyproline index, f) urinary urea nitrogen/creatinine ratio, and g) urinary inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio their constraints.

#### *Total Serum Protein*

Probably no other biochemical test has been so widely used around the world with such little success as the estimation of the total serum protein. The measurements of the total serum protein level as an index of protein nutriture in human populations has been carried out with a devotion that approaches fetishism. In most nutrition surveys where any biochemistry was done the total serum protein was determined. However, after many years of testing it is the opinion of most authors that there is little information to be gained from this determination (2) (6-12).

The general consensus of opinion is that the total serum protein level only falls below the normal range when clinical signs of malnutrition are starting to appear. Also, this fall in the total serum protein is mainly confined to children with kwashiorkor. Many severe cases of marasmus have normal total serum protein levels. Probably the main reason the determination has been of such little success is that even though the albumin is depressed the gamma globulin level is often raised due to a coexisting concurrent infection (13). However, the total serum protein is needed if one has determined the albumin-globulin fraction by electrophoresis and wishes to express the albumin or globulin quantitatively.

### *Serum Albumin*

A low level of total serum protein is a characteristic of kwashiorkor but is almost entirely caused by a lowering of the albumin fraction (9) (14-17). Needless to say, also the albumin level has been extensively used in nutrition surveys to help evaluate the protein nutrition status. In spite of many nutrition surveys conducted around the world it is still not possible to give a definite answer to the value of the serum albumin as an indicator of early malnutrition. But most investigators believe the determination to be ineffective as an indicator for the detection of early malnutrition (9) (12) (18). However, if only a few albumin values are low in a community there is reason to suspect a deficiency of protein.

### *Serum Amino Acid Ratio*

Investigations of the plasma free amino acids of children with kwashiorkor in several parts of the world showed alterations which were typical for the disease regardless of the differences in the major source of dietary protein (19-24). Changes in the plasma ratio of non-essential to essential amino acids were observed, mainly caused by a reduction in leucine, isoleucine, and valine, with relatively little changes in the level of nonessential amino acids.

On the basis of these detailed amino acid studies Whitehead & Dean (25) developed a simple paper chromatographic technique in which the ratio of non-essential amino acids to a group of essential amino acids, principally valine, leucine, and isoleucine, were compared. The test has the advantage that it can be performed on only 100 micro-liters of serum. It was noticed that a high ratio was found under conditions of a low protein intake and in severe protein malnutrition. Treatment resulted in a return to a normal value. Also, the ratio was well correlated with the percentage weight deficit.

The amino acid ratio was tested in several countries where some investigators found it useful and others did not (26). Inconsistencies with the method were noted in South Africa (27), Lebanon (28), and Turkey (29). It was noticed by all three authors that the type of malnutrition encountered in their areas was more of the marasmic type and therefore gave a normal or near to normal ratio. Thus, another test was found

to be only useful under certain conditions and in this case only useful when the diet was low in protein and high in carbohydrate, leading to kwashiorkor. However, these findings testify to the concept that this test enables one to verify whether or not the problem is one of protein deficiency.

Another important point that must be mentioned in relation to the serum amino acid ratio is that a fasting sample of blood is necessary. Amino acid entering the blood after a meal temporarily cancels out an abnormal ratio. The serum sample should be taken at least four hours after a recent meal.

Therefore, there are two important points when one considers the use of the amino acid ratio: a) the test is only useful under conditions where the diet is low in protein and adequate or high in carbohydrate, b) the serum sample used must be obtained from a fasting subject.

#### *Urinary Creatinine-Height Index (CHI)*

$$\text{CHI} = \frac{\text{mg creatinine/24 hours excreted by the subject}}{\text{mg creatinine/24 hours excreted by a normal child of the same height}} \times 100$$

The daily excretion of creatinine is closely correlated with total musculature in children and thus could serve as an index of the adequacy of protein intake. Arroyave and Wilson (30) proposed that creatinine coefficient be expressed in terms of height rather than weight since the former is not affected by the amount of adipose tissue. Use of this parameter in three groups of Guatemalan children reveal that an adequately nourished "urban upper-income" group excreted amounts of creatinine that were comparable to those of healthy North American children. Children from a "rural lower-income" group and those with kwashiorkor excreted lower amounts of creatinine per cm of height. Since the authors found a high correlation between 24 hour creatinine excretion and 3 hour excretions calculated to a 24 hour basis, it is conceivable that short term timed collections could be employed in selected population studies.

Viteri, Arroyave, and Béhar (31), and Viteri and Alvarado (32) used the creatinine height index (CHI) with thirty-one children with both kwashiorkor and marasmus. The kwashiorkor children had CHIs from 0.25 to 0.75. Children with clini-

cal marasmus had CHIs which ranged from near normal (0.85) to as low as those with severe kwashiorkor (0.33), indicating a range in degree of protein depletion. Upon protein repletion the CHI approached 1.0 in all children studied. A significant negative correlation between CHI and nitrogen retention was observed during recovery indicating the physiological significance of CHI as an estimate of the degree of protein depletion.

It is obvious that a 24 hour timed urine sample would be almost impossible to collect in the field. But a timed sample of a shorter duration such as a 3 hour sample could possibly be collected. This would first have to be standardized and carefully tested. But since even a three hour timed sample is difficult to collect from small children in the field the author believes this to be the major limitation of the CHI. However, this could be an extremely important test and the problem of a timed urine sample should be carefully studied and tested.

#### *Urinary Hydroxyproline Index (HOP)*

$$\text{HOP Index} = \frac{\text{UM hydroxyproline/ml}}{\text{UM creatinine/ml per kg body weight}}$$

The observations that the urinary hydroxyproline peptide excretion is reduced in nutritional dwarfism (33-35) led Whitehead (35) in Uganda to study the problem of hydroxyproline excretion in malnourished children and developed what he called the "index". This should not be confused with the "ratio" which is simply a ratio of hydroxyproline/creatinine. Whitehead added the parameter of weight to the formula because it had been noted that the hydroxyproline/creatinine ratio fell with age, between 6 months and five years (36-37). Since age is usually not known in many developing countries (Africa mainly) it was important not to have tests dependent upon age. The "index" is constant between 6 months to 5 years.

The "index" when tested in Uganda on both children with kwashiorkor and marasmus showed that it can provide a good index of growth. The index was low in all malnourished children and was statistically related to the deficit of weight.

In a further evaluation of hydroxyproline Howells, Wharton and McLance (36) tested both the hydroxyproline/creatinine ratio and the hydroxyproline index. They compared

the hydroxyproline/creatinine ratio in a 24 hour specimen of urine with a random sample of urine collected during the same period from malnourished children. The ratio in the 24 hour and random samples were closely correlated and it was therefore deduced that random urine samples could be used as valid indicators of the 24 hour hydroxyproline/creatinine ratio. Also a positive correlation was found between the index and the ratio during treatment.

It was also discovered in studies in Uganda that the hydroxyproline/creatinine ratio falls from birth to maturity, also that the index remains relatively constant up to 10 years of age but may be high at puberty before the fall to adult values begins (38): When height was added to the index in the place of weight similar results were obtained (39).

Thus a biochemical test was developed that could possibly distinguish between sub-clinical kwashiorkor and marasmus or between populations where the primary deficiency was either that of protein or calories, i. e. the use of the serum amino acid ratio of the hydroxyproline index, respectively. And when used in a field test in Uganda (39) the two biochemical tests distinguished such a syndrome between two such communities.

However, every biochemical test seems to have its limitations and the excretion of hydroxyproline certainly has its own as well. Further studies in Uganda (40) revealed that when kwashiorkor is complicated by hookworms or malarial infestations a high rather than a low excretion of hydroxyproline was found. Thus a serious limitation of the hydroxyproline index was found. However, studies from around the world should be tried to see whether or not this test has merit as an indicator of the nutritional status.

#### *Urinary Urea Nitrogen/Creatinine Ratio*

$$\text{Ratio} = \frac{\text{mg urea nitrogen/ml}}{\text{mg creatinine/ml}}$$

Children subsisting on a low intake of dietary protein have a low excretion of urea nitrogen as determined in a fasting urine sample.

Platt (42-43) measured the urinary excretion of children and lactating women of different nutritional socio-economic

conditions and found the ratio of urea nitrogen to total nitrogen to be markedly lower in the groups which had poorer nutrition. Arroyave (44) tested both the urea nitrogen/nitrogen and the urea/creatinine ratios using a single fasting urine specimen from children of both high and low socio-economic groups in Guatemala and found the larger difference between the two groups by using the urea nitrogen/creatinine ratio.

Similar results to Arroyave's were found by other workers around the world confirming the usefulness of the urea nitrogen/creatinine ratio to distinguish among different groups of different socio-economic classes (12) (45-48).

Several points should be noted about the urea nitrogen/creatinine ratio. First, the test has the advantage that a single random urine sample can be used. This is easily collected from children. However, the urine sample must be collected from a fasting subject i.e. at least four hours after a meal containing protein. Second, the test is more a measure of dietary intake than an index of the nutritional status. This does not indicate that the test is of no value, but this principle has to be considered. Third, Arroyave (49-50) demonstrated that the excretion of urea is increased by a high urinary flow rate when the protein intake is low but not when it is high. Therefore, the subjects should be instructed to keep their fluid intake to a minimum before collecting urine samples. However, it should be carefully noted that there is still some controversy on this point. This has been reviewed by the author in another publication (51).

#### *Urinary Inorganic Sulphate Sulphur/ Creatinine Ratio*

$$\text{Ratio} = \frac{\text{mg inorganic sulphate sulphur/ml}}{\text{mg creatinine/ml}}$$

Fewer references can be found in the literature on the excretion of inorganic sulphate sulphur than on urea nitrogen. However, the principle behind this test is similar to that of urea nitrogen. The inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio can be determined on a single random urine sample but the sample should be from a fasting subject. This test has the possible advantage over the urea nitrogen/creatinine ratio that it probably reflects the quality of the protein. Especially in

relation to the sulphur amino acid in the protein: methionine and cystine.

The National Academy of Sciences —National Research Council (52)— deduced that the inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio should be an index of both the quantity and quality of the protein ingested. They concluded that the inorganic sulphate sulphur/creatinine was a better index of utilizable protein than the nitrogen/creatinine ratio.

Miller and Munford (53) and Pellett (54) found a good correlation between the quality of the protein ingested and the excretion of inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio. In Pellett's report the following comparisons gave high correlation coefficients: NDp cal % versus inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio, sulphur amino acid score versus urinary inorganic sulphate sulphur/ nitrogen ratio, and NDp cal % versus 244 hour inorganic sulphate sulphur excretion.

However, the inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio had never been tested under field conditions. If one is dealing with a population whose diet is low in sulphur amino acids the test could be an invaluable tool in helping to assess the nutrition status.

We used (12) (47-48) the test both in children in an elite kindergarten in Nairobi and in the field. The results obtained differentiated among the African, Asian, and European children in the kindergarten and among different groups within Kenya. This was extremely interesting because the diets in Kenya are low in methionine.

Therefore, this biochemical test has a great potential value and certainly deserves further testing around the world under field conditions and in populations with different protein intakes.

### *General Comments*

From the foregoing discussion it can be seen that the possibility of one single biochemical test established the nutritional status is now past history. Therefore, biochemists are now considering a multiple test system, in other words several biochemical tests combined. The trend is towards multiple analysis systems based on automated techniques. This, of course, is not only true of nutritional diagnosis but also of clinical chemistry in general. However, much fundamental

research needs to be done before such a system is ready for field studies.

Arroyave (55) in an excellent paper presented at the Nestle Foundation Symposium, Lausanne, Switzerland, outlined such a multiple test system. He suggested using the serum amino acid ratio, hydroxyproline index, the creatinine-height index, and the urea nitrogen/creatinine ratio. However, while being "a step in the right direction" he is limited by the deficiencies of the tests used. These limitations have been outlined above in detail under the description of each biochemical test and should be carefully understood. Therefore, with our present knowledge in biochemistry such a multiple test system would be difficult to propose for field studies (if only used by itself) at least a multiple test system that is effective in all parts of the world.

In the opinion of the author for the present time and probably into the near future the hope of assessing the PCM status in communities lies in the integration of dietary, anthropometric, and biochemical (with a multiple test system) tests. Since biochemical tests are more effective if the primary deficiency is one of protein and anthropometry being more effective if the main deficiency is one of calories the combination of the two disciplines could be extremely effective. The result could possibly provide such a "profile", "system" or "score", appreciating the combined effect of the various disciplines. Whether or not an international "system" could be developed is a matter of discussion. This would, of course, be the ideal.

First, two studies should be mentioned where a score has been devised to assess the PCM status. Secondly, two field studies where an attempt was made to assess the PCM status using the various disciplines will be outlined.

Jelliffe and Welbourn (56) outlined a score system for grading PCM where clinical signs and anthropometry were used. The system is advocated to help separate moderate and severe forms of PCM. This score system is limited by the fact that it is only beneficial for distinguishing moderate from severe forms and seems to be of little use in field studies for a more systematic approach.

In a further study McLaren, Pellett and Reed (57) devised a score to differentiate marasmus, marasmic-kwashiorkor, and kwashiorkor. This score is based on clinical signs with bio-

chemical measurements. The system while probably good for local classifications and prognosis would have to be further tested around the world before its use could be advocated. This score is to be used with hospital patients and could certainly not be applied in field studies. However, it should be noted that in some countries the prevalence of PCM is based on hospital records; the statistical value of which is debatable.

In Uganda, Rutishauser and Whitehead (58) chose three areas where the dietary pattern was known: a) an area of protein deficiency, b) an area of calorie deficiency, c) an area where the dietary pattern was changing and becoming like that of a). Complete clinical and anthropometric examinations were done on each child. Biochemistry included the serum albumin, serum amino acid ratio, and the hydroxyproline index. The results were extremely interesting. The serum albumin and the clinical signs were of little help.

However, both the serum amino acid ratio and the hydroxyproline index helped to distinguish between the two communities where either proteins or calories were the major deficiency. Also the anthropometric measurements were helpful. They compared very well with the serum amino acid and the hydroxyproline index.

We (47-48) in Kenya conducted surveys on five locations where complete clinical, dietary anthropometric, and biochemical determinations were done. Again, the clinical signs were of little help. The total serum protein, serum albumin, serum amino acid ratio, hemoglobin, hematocrit, urea nitrogen/creatinine ratio, inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio, and the hydroxyproline index were determined. These biochemical tests were compared to the results from the dietary and anthropometric measurements. Unfortunately, since the ages of all the children were unknown the anthropometric measurements were not as useful as we had hoped. However, an excellent agreement was found between the results from the dietary data when compared to the serum amino acid ratio, and the inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio.

The author has attempted to discuss the methods and their limitations for the assessment of the nutritional status confronting the nutritionist today and as can be seen these limitations are numerous. He believes that the multi-discipline

approach is the best method to assess the PCM status of communities

In this paper numerical numbers or an actual "profile" have not been given. This is being studied by the author and it is hoped that an actual "profile" can be suggested in a subsequent paper.

#### APPENDIX I

	Protein	Calories	Constraints
Serum amino acid ratio	Yes	No	Fasted sample
Urinary creatinine-height index CHI	Yes	Yes	3 hr. timed sample
Urinary hydroxyproline index (random sample)	No	Yes	Complicated by hookworm, malaria
Urea nitrogen/creatinine ratio (random sample)	Measure of dietary intake	No	Fasted increased by high urinary flow
Urinary inorganic sulphate sulphur/creatinine ratio (random sample)	Reflects quality of protein (ref.s.amino acids)	?	Fasted sample

#### SUMÁRIO

Testes bioquímicos in avaliação do estado de nutrição protéico-calórica.

O autor discute os problemas encontrados quando da avaliação do estado de nutrição protéico-calórica. Os testes bioquímicos discutidos são: proteína total sérica, albumina sérica, relação aminoácido sérico, índice altura-creatinina urinária, índice hidroxiprolina urinária, relação creatinina/nitrogênio uréico urinário, e relação creatinina/sulfato sulfuroso inorgânico da urina.

Chega-se à conclusão de que, no momento e provavelmente em futuro próximo, esperança de avaliação do estado de desnutrição dos testes dietéticos, antropométricos e bioquímicos.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Jelliffe, D. B. Protein calorie malnutrition in tropical pre-school children. *J. Pediat.*, 52: 227, 1959.
2. Jelliffe, D. B. The assessment of the nutritional status of the community. World Health Organ., Monograph n° 53, 1966.

3. World Health Organization. Expert Committee on Medical Assessment of Nutritional Status. World Health Organ. Tech. Rept. Ser. N<sup>o</sup> 258, 1963.
4. Reh, E. Manual on rousehold food consumption surveys. FAO Nutritional Studies N<sup>o</sup> 18, 1962.
5. A Commitee Report: Assessment of protein nutritional status. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 807-819, 1970.
6. Pearson, W. N. Assessment of nutritional status: biochemical methods. In: Beaton, George H. & McHenry, Earle Willard. Nutrition; a comprehensive treatise. New York, Academic Press, 1966. V. 3, p. 265.
7. Bengoa, J. M.; Jelliffe, D. B. & Perey, C. Some indications for a broad assessment of the magnitude of protein-calorie malnutrition in young children. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 7: 714, 1959.
8. Waterlow, J. C. The assessment of marginal protein malnutrition. *Proc. Nutr. Soc.*, 22: 66, 1963.
9. Arroyave, G. Biochemical evaluation of nutritional status in man. *Fed. Proc.*, 20: 39, 1961.
10. Arroyave, G. The estimation of relative nutrient intake and nutritional status by biochemical methods: proteins. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 11: 447, 1962.
11. Scrimshaw, N. S. Contributions of biochemistry to understanding and solving the world problems of protein malnutrition in children. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 11: 593, 1962.
12. Simmons, W. K. & Bohdal, M. Assessment of some biochemical parameters related to protein-calorie nutrition in children. *Bull. Wrld. Hlth. Org.*, 42: 897, 1970.
13. Scrimshaw, N. S.; Béhar, M.; Arroyave, G.; Viteri, F. & Tejada, L. Characteristic of kwashiorkor (síndrome pluricarencial de la infancia). *Fed. Proc.*, 15: 977, 1956.
14. Waterlow, J. C.; Cravioto, J. & Stephen, J. M. L. Protein malnutrition in man. In: Anfinson, C. B., Jr. *Advances in protein chemistry*. New York, Academic Press, 1960. V. 15, p. 183.
15. Brock, J. F. Malnutrition in the tropics. *Practitioner*, 193: 131, 1964.
16. Dean, R. F. A. Treatment of kwashiorkor with moderate amounts of protein. *J. Pediat.*, 56: 675, 1960.
17. Graham, G. G.; Cordano, A. & Baertl, J. M. The effect of protein and calorie intake on serum proteins. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 18: 11, 1966.
18. Waterlow, J. C. The assessment of marginal protein malnutrition. *Proc. Nutr. Soc.*, 22: 66, 1963.
19. Arroyave, G.; Wilson, D.; de Funes, L. & Béhar, M. The free amino acids in blood plasma of children with kwashiorkor and marasmus. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 11: 517, 1962.
20. Westall, R. G.; Ritman, E.; de la Pena, L.; Rasmussen, H.; Cravioto, J.; Gómez, F. & Holt, Jr., L. E. The plasma amino acids in malnutrition. Preliminary observations. *Arch. Dis. Child.*, 33: 499, 1958.
21. Edozien, J. C.; Phillips, E. J. & Cellis, W. R. F. The free amino acids of plasma and urine in kwashiorkor. *Lancet*, 1: 615, 1960.

22. Morton, P. M. Plasma amino acid levels in kwashiorkor. In: Proceedings of the Fifth International Congress on Nutrition. Washington, 1960. p. 7.
23. Cravioto, J.; Gomez, F.; Ramos-Galvan, R.; Frenk, S.; Montano, E. L. & Garcia, N. Metabolismo proteico en la desnutrición avanzada: concentración de aminoácidos libres en el plasma sanguíneo. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.*, 48: 383, 1960.
24. Saunders, S. J.; Truswell, A. S.; Barbezat, G. O.; Wittman, W. & Hansen, J. D. L. Plasma free amino acid pattern in protein-calorie malnutrition; reappraisal of the diagnostic value. *Lancet*, 2: 795, 1967.
25. Whiteread, R. G. Rapid determination of some plasma amino acids in sub-clinical kwashiorkor. *Lancet*, 1: 250, 1964.
26. Whitehead, R. G. Assessment of nutritional status in protein malnourished children. *Proc. Nutr. Soc.*, 28: 1, 1969.
27. Truswell, A. S.; Nannenbun, P.; Wittman, W. & Hansen, J. D. L. Plasma amino acids in kwashiorkor. *Lancet*, 1: 1162, 1966.
28. McLaren, D. S.; Kamel, W. W. & Ayyoub, N. Plasma amino acids and the detection of protein-calorie malnutrition. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 17: 152, 1965.
29. Gurson, C. T. & Neyzi, O. Plasma amino acid ratio in infants with severe chronic malnutrition. VII the International Congress of Nutrition, Hamburg, 1966. p. 48.
30. Arroyave, G. & Wilson, D. Urinary excretion of creatinine of children under different nutritional conditions. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 9: 170, 1961.
31. Viteri, F. E.; Arroyave, G. & Béhar, M. Estimation of protein depletion in malnourished children by a creatinine height index. VII th International Congress of Nutrition, Hamburg, 1966, p. 46.
32. Viteri, F. E. & Alvarado, J. The creatinine reight index: its use in the estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein calorie malnourished children. *Pediatrics*, 46: 696-706, 1970.
33. Anasuya, A. & Rao, B. S. N. Urinary excretion of hydroxyproline in kwashiorkor. *Indian Med. Res.*, 54: 849, 1966.
34. Picou, D.; Alleyne, G. A. O. & Seabins, A. Hydroxyproline and creatinine excretion in infantile protein malnutrition. *Clin. Sci.*, 29: 517, 1965.
35. Whitehead, R. G. Hydroxyproline creatinine ratio as an index of nutritional status and rate of growth. *Lancet*, 11: 567, 1965.
36. Howelis, G. R.; Wharton, B. A. & McCance, R. A. Value of hydroxyproline indices in malnutrition. *Lancet*, 1: 1082, 1967.
37. Allison, N. J.; Walker, A. & Smith, Q. T. Urinary hydroxyproline creatinine ratio of normal humans at various ager. *Clin. Chim. Acta*, 14: 729, 1966.
38. Crowne, R. S.; Wharton, B. A. & McCance, R. A. Hydroxyproline indices and hydroxyproline/creatinine ratios in older children. *Lancet*, 1: 395, 1969.
39. Wharton, B. A.; Howelis, G. R. & McCance, R. A. Hydroxyproline indices. *Nature*, 215: 968, 1967.

40. Rutishauser, I. H. E. & Whitehead, R. G. Field evaluation of two biochemical tests which may reflect nutritional status in three areas of Uganda. *Brit. J. Nutr.*, 23: 1, 1969.
41. Whitehead, R. G. The application of three biochemical tests to the differential diagnosis of protein and calorie deficiencies and to their use in assessing progress. *Arch. Dis. Childr.*, 42: 479, 1967.
42. Platt, B. S. Malnutrition in African mothers, infants and young children. Report of the Second Inter-African Conference on Nutrition. Gambia, 1952. London, Her Majesty's Stat. Off., 1954.
43. Platt, B. S. Malnutrition and the pathogenesis of disease. *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 52: 189, 1958.
44. Arroyave, G. Biochemical signs of mild-moderate forms of protein-calorie malnutrition. In: Uppsala, Almquist & Wikselis - Mild-moderate forms of protein-calorie malnutrition. Symposium of the Swedish Nutrition Foundation I, Bastad, 1962.
45. Luyken, R. & Luyken-Koning, F. W. M. Studies on the physiology of nutrition in Surinam. III. Urea excretion. *Trop. Geogr. Med.*, 12: 237, 1960.
46. Couvee, L. M. J.; Nugteren, D. H. & Luyken, R. The nutritional condition of the Kapaulus in the Central Highlands of Netherlands New Guinea. I. Biochemical examinations. *Trop. Geogr. Med.*, 14: 27, 1962.
47. Bohdal, M. & Simmons, W. K. A comparison of the nutritional indices in healthy African, Asian, and European children. *Bull. World Health Org.*, 40: 166, 1969.
48. Bohdal, M.; Gibbs, N. E. & Simmons, W. K. Nutrition survey and campaign against malnutrition in Kenya, 1964-1968. Ministry of Health, Nairobi, Kenya, 1968.
49. Arroyave, G.; Jansen, A. A. J. & Torrico, Mario - Razón nitrógeno ureico/creatinina como indicador del nivel de ingesta proteica. I. Efecto de la ingesta de agua sobre la excreción "basal" de urea y creatinina de niños con estados nutricionales diferentes. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 16: 203, 1966.
50. Arroyave, G.; Guillermo, W. & de Funes, Carlota - Razón nitrógeno ureico/creatinina como indicador del nivel de ingesta proteica. II. Diferencias en cuanto a urea urinaria y amonio, con y sin diuresis de agua provocada, en grupos de niños con características dietéticas diferentes. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 49, 1967.
51. Simmons, W. K. & Korte, K. The excretion of urea in relation to protein intake and diuresis. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22: 33, 1972.
52. Pellet, P. L. - In: Committee on Protein Malnutrition. Food and Nutrition Board - Evaluation of protein quality. Washington, National Academy of Sciences - National Research Council, 1963. p. 48.
53. Miller, D. S. & Munford, P. - Urinary sulphur as a measure of the protein value of diets. *Proc. Nutr. Soc.*, 23: 44, 1964.
54. Pellet, P. L. - Urinary sulphate sulphur as a measure of the protein value of diets. *Proc. Nutr. Soc.*, 34: 37, 1965.

55. Arroyave, G. - Proposed methodology for the biochemical evaluation of protein malnutrition in children. In: von Muralt, A. - Protein-calorie malnutrition. A Nestlé Foundation Symposium. Lausanne, 1968. Berlin, Springer-Verlag, 1969. p. 48.
56. Jellife, D. B. & Welbourn, H. F. - Clinical signs of mild/moderate protein-calorie malnutrition of early childhood. In: Uppsala, Almquist & Wikselis - Mild/moderate forms of protein-calorie malnutrition. Symposia of the Swedish Nutrition Foundation I. Bastad, 1962-1963. p. 12.
57. McLaren, D. S.; Pellet, P. L. & Read, W. W. C. - A simple scoring system for classifying the severe forms of protein-calorie malnutrition of early childhood. *Lancet*, 1: 533, 1967.
58. Rutishauser, I. H. E. & Whitehead, R. G. - Field evaluation of two biochemical tests which may reflect nutritional status in three areas of Uganda. *Brit. J. Nutr.*, 23: 1, 1969.

# **Variations in urinary inorganic sulphate sulphur and urea nitrogen excretion in children on a rural african diet**

W. K. SIMMONS\*

## **SUMMARY**

A study was conducted to test the most suitable time of day to evaluate urinary urea nitrogen and inorganic sulphate sulphur when used as indicators of the relative recent protein intake. The investigation was conducted in Kenya, East Africa.

It was concluded from the study that anytime during the morning before lunch was a suitable time for the collection. It was also decided that either urea nitrogen or inorganic sulphate sulphur was better used as a ratio with creatinine than as calculated from a timed urine sample.

## **INTRODUCTION**

The urinary excretion of urea and inorganic sulphate sulphur has been proposed as an indicator of the protein nutrition status or probably more precisely an indicator of the relative recent protein intake. These indicators have been used by various investigators around the world. However, there is little agreement as to whether the urea or inorganic sulphate sulphur should be used as timed samples or as ratios with creatinine. Also, the time of day the samples were collected has not been standardized. The following test should help to show (a) whether a timed sample or a ratio with creatinine is best and (b) the best time of day to collect a urine sample for the determination of both urea and inorganic sulphate sulphur as studied on children on a rural African diet.

---

\* Pan American Health Organization/World Health Organization, c/o Instituto de Nutrição, Cidade Universitaria, 50.000 Recife, Brazil.  
Recibido: 1-9-1971.

### *Experimental Techniques*

The investigation was conducted in Kenya, East Africa, on children of the Wakamba tribe. Sixteen male children were studied who were all five years of age. Five adult personnel were with the children constantly during the entire study. Three of the adults spoke English, Swahili and Wakamba, so as to make sure that the children understood all instructions.

Since the diets of various tribes change throughout the year (1) the diet of the Wakamba tribe was carefully studied for that period of the year in which the study was conducted. The night before the study began the children ate their typical diet at 7:00 p.m. The children were instructed to rise at 6:00 a.m. the next morning and discard their urine. This was carefully supervised. Urine samples were then collected at 8:00 a.m., 10:00 a.m., 12:00 noon, p.m., 4.00 p.m., and 6.00 a.m. the following morning. Thus a 24 hour sample of urine was obtained. The first five collection periods (A-E) were each two-hour periods; period F constituted a 14-hour period and the results were divided by 7, so all six collection periods (A-F) would be equal. Therefore all values of both urea nitrogen and inorganic sulphate sulphur are in mg per 2 hours. The volume of urine was recorded and acidified with 1N HCl to a pH 3. The urine samples were then transported to the laboratory and frozen.

The children had breakfast at 8:00 a.m., lunch at 12:00 noon and dinner at 7:00 p.m. The diet was carefully controlled during the entire study, so as to be sure that it was typical for that season of the year. The diet can be seen in Table 1. Breakfast consisted of corn (maize) meal plus a small amount of sugar. Lunch was a mixture of 2/3 corn with 1/3 beans boiled for 2 hours. Dinner was thick maize meal (Ugalt) plus English potato soup.

Creatinine was determined by the method of Folin and Wu (2), urea nitrogen by the method of Valey (3) and inorganic sulphate sulphur by the method of Berglund and Sorbo (4). A statistical analysis was carried out by Welch's Test (5).

### *Results*

Table 2 and Figure 1 show the average values and levels of significance of inorganic sulphate sulphur over a 24 hour

period. The highest level of 41.9 mg was recorded during the fasting periods (A) (6:00 a.m. - 8:00 a.m.). The lowest value of 14.8 mg was noted just before lunch. There was also a highly significant (1% level) increase for all the values after lunch where the values rose to 25.5 mg, 27.3 mg and 24.3 mg. for periods D, E, and F, respectively.

A somewhat different picture is seen in Table 3 and Figure 2 where the same values for sulphur are arranged in a ratio with creatinine (inorganic sulphate sulphur/creatinine). Again the lowest value was recorded right before lunch which was 445.1. However, the first period of collection was not the highest as in Table 2. (Inorganic sulphate sulphur per 2 hours). There was also a highly significant increase (1% level) for each value after lunch. The values are 616.9, 677.8, and 665.8 for periods D, E, and F, respectively.

A similar pattern is seen in Table 4 and Figure 3 when the urea nitrogen was compared to the inorganic sulphate sulphur excretion (Table 2, Figure 1). Again, the highest value (797.2 mg) was recorded from the fasting sample (period A). The lowest value was noted just before lunch (330.6 mg), but a highly significant increase (1% level) was only recorded in the 2:00 p.m. - 4:00 p.m. (period E) (548.2 mg) and the 4:00 p.m. - 6:00 a.m. (period F) (476.5). Only 355.2 mg of urea nitrogen was excreted in period D (12:00 noon - 2:00 p.m.).

In Table 5 and Figure 4 the urea nitrogen values are given in a ratio with creatinine (urea nitrogen/creatinine). There was a steady decline in values until the lowest point was reached in the collection after lunch. The value was 8.8 (period D). There was only a highly significant (1% level) increase when the 12:00 noon - 2:00 p.m. (period D) was compared to the final collection period (4:00 p.m. - 6:00 a.m.) (period F). The value for the final collection period being 13.2.

### *Discussion*

A similar study was conducted by Lee and Arroyave (6) in which the urea nitrogen/creatinine and N-methyl nicotinamide was measured under similar conditions. However, Lee and Arroyave (6) used adult volunteers. Since protein calorie malnutrition is more prominent in pre-school age children it

seemed advisable to conduct the present study on children of that age group. Also, since the excretion of urea (7-13) and inorganic sulphate sulphur (12-16) have been studied as an indicator of the protein nutrition status in different parts of the world these two metabolites were considered the best for the present study.

The fasting levels (collection period A) of both inorganic sulphate sulphur and urea nitrogen were the highest for both metabolites. These results are confusing and are in contrast to those of Lee and Arroyave (6). Their results showed urea nitrogen to be lowest during the fasting period. Our results suggest that at 6:00 a.m. the discard was not complete. If so this could indicate the inexactness of timed urine samples collected from children because as stated earlier stringent measures were taken to validate the accuracy of the study. However, after the initial collection period neither urea nitrogen nor the inorganic sulphate sulphur were elevated after the breakfast of corn (maize) meal. There was a decrease until after lunch when both metabolites increased significantly. This is in agreement with Lee and Arroyave's (6) observation.

However, when both inorganic sulphate sulphur and urea nitrogen were used in ratios with creatinine the highest values were not noted during the fasting (collection period A). There was also a decrease in both ratios until lunch. Then both ratios increased after lunch.

It is interesting to note that the breakfast of corn meal did not raise the inorganic sulphate sulphur whereas the nitrogen intake of lunch was ample to raise the excretion of both metabolites. This supports previous evidence that the level of excretion of both metabolites in mid-morning specimens is determined by the previous sustained level of protein intake.

It therefore seems justified to conclude from the study that if one uses either inorganic sulphate sulphur or urea nitrogen to study the protein nutrition status, either of the metabolites are better used in a ratio with creatinine than as a timed urine sample. This is because (a) timed urine samples are difficult to collect in the field and (b) the use of creatinine helps to compensate for the high values of early morning urine samples.

Also the study indicates that during the morning any time before lunch is the best time to conduct such a study involving either the excretion of urea nitrogen or inorganic sulphate sulphur if either metabolite is used in a ratio with creatinine.

---

**TABLE 1****CONTENT OF MEALS**

Breakfast	8:00 a.m.	Porriage - maize (corn) meal plus sugar (small amount)
Lunch	12:00 noon	2/3 maize plus 1/3 beans
Dinner	7:00 p.m.	Ugalt (thick maize meal) plus English potato soup (in boiled water)

---

**TABLE 2**  
**AVERAGE VALUES AND LEVELS OF SIGNIFICANCE OF URINARY**  
**SULPHUR (mg) OF AFRICAN CHILDREN**

Period	Average	Collection Periods Compared	V	C	Level of Significance
A 6 a.m. to 8 a.m.	41.9	A & B A & C	1.57 2.11	0.04 0.01	N.S. 5 %
B 8 a.m. to 10 a.m.	21.4	A & D A & E	1.25 1.12	0.05 0.03	N.S. N.S.
C 10 a.m. to 12 noon	14.8	A & F B & C	1.35 2.41	0.03 0.14	N.S. 5 %
D 12 noon to 2 p.m.	25.5	C & D C & E	3.47 4.81	0.12 0.17	1 % 1 %
E 2 p.m. to 4 p.m.	27.3	C & F	3.68	0.17	1 %
F* 4 p.m. to 6 a.m.	24.3				

\*Average 2 hour period

$$S_1^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n_1}{(n_1 - 1)} \quad C = \frac{S_1^2 / n_1}{S_1^2 / n_1 + S_2^2 / n_2}$$

$$V = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

**TABLE 3**  
**AVERAGE VALUES AND LEVELS OF SIGNIFICANCE OF URINARY**  
**INORGANIC SULPHATE SULPHUR/CREATININE (mg/mg) RATIOS**  
**OF AFRICAN CHILDREN**

Period	Average	Collection Periods Compared	V	C	Level of Significance
A 6 a.m. to 8 a.m.	530.9	A & B	0.26	0.53	N.S.
B 8 a.m. to 10 a.m.	547.2	A & C	1.71	0.25	5 %
C 10 a.m. to 12 noon	445.1	A & D	1.82	0.14	5 %
D 12 noon to 2 p.m.	616.9	A & E	2.98	0.23	1 %
E 2 p.m. to 4 p.m.	677.8	A & F	2.55	0.34	1 %
F* 4 p.m. to 6 a.m.	665.8	B & C	1.95	0.23	5 %
		C & D	5.62	0.34	1 %
*Average 2 hour period		C & E	6.80	0.47	1 %
		C & F	5.58	0.61	1 %

**TABLE 4**  
**AVERAGE VALUES AND LEVELS OF SIGNIFICANCE OF URINARY**  
**UREA NITROGEN (mg) OF AFRICAN CHILDREN**

Period	Average	Collection Periods Compared	V	C	Level of Significance
A 6 a.m. to 8 a.m.	797.2	A & B	1.60	0.08	N.S.
B 8 a.m. to 10 a.m.	493.3	A & C	2.54	0.01	5 %
C 10 a.m. to 12 noon	330.6	A & D	2.38	0.04	5 %
D 12 noon to 2 p.m.	355.2	A & E	1.82	0.05	5 %
E 2 p.m. to 4 p.m.	458.2	A & F	1.70	0.06	N.S.
F* 4 p.m. to 6 a.m.	476.5	B & C	2.86	0.14	1 %
		C & D	0.60	0.27	N.S.
*Average 2 hour period		C & E,	2.79	0.22	1 %
		C & F	2.80	0.17	1 %

**TABLE 5**  
**AVERAGE VALUES AND LEVELS OF SIGNIFICANCE OF URINARY**  
**UREA NITROGEN/CREATININE (mg/mg) RATIOS OF AFRICAN**  
**CHILDREN**

Period	Average	Collection Periods Compared	V	C	Level of Significance
A 6 a.m. to 8 a.m.	11.8	A & B	0.80	0.36	N.S.
B 8 a.m. to 10 a.m.	10.8	A & C	1.00	0.19	N.S.
C 10 a.m. to 12 noon	10.1	A & D	1.87	0.04	5 %
D 12 noon to 2 p.m.	8.8	A & E	0.13	0.11	N.S.
E 2 p.m. to 4 p.m.	11.6	A & F	0.80	0.20	N.S.
F* 4 p.m. to 6 a.m.	13.2	B & C	2.39	0.29	N.S.
		C & D	1.54	0.17	N.S.
		C & E	1.62	0.36	N.S.
		C & F	2.91	0.48	1 %

\*Average 2 hour  
period

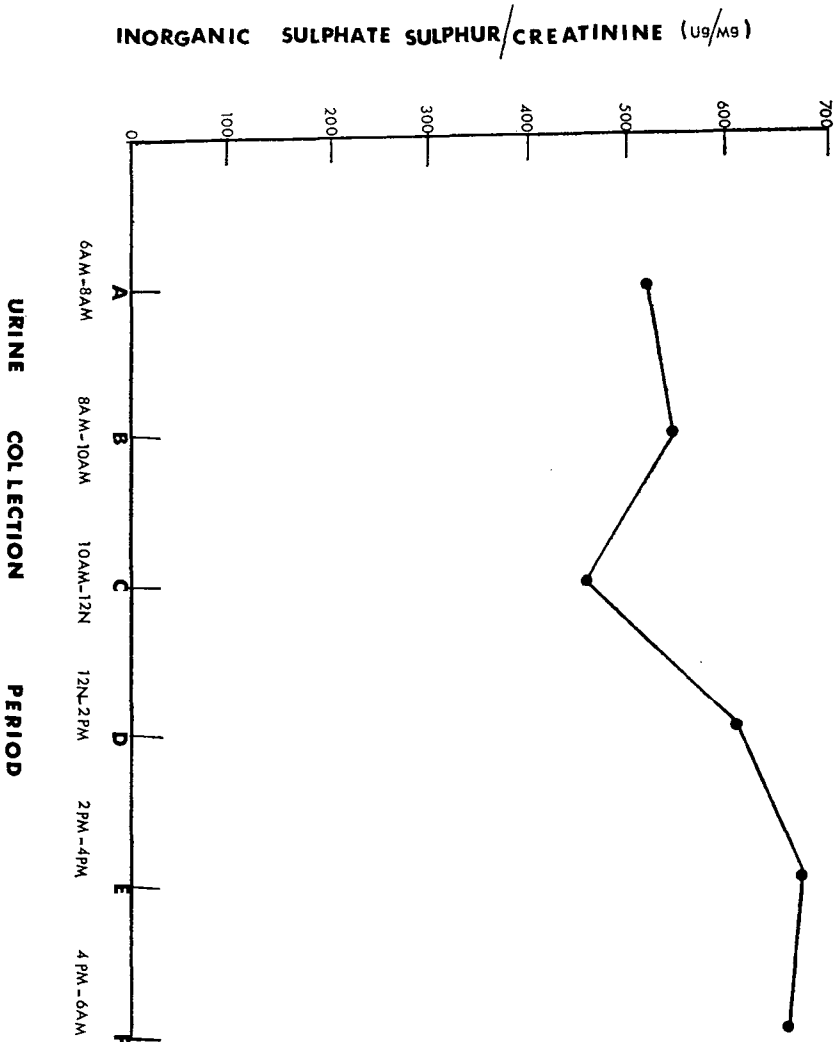


Figure 2.—Urinary Excretion of Inorganic Sulphate Sulphur/Creatinine Ratio (ug/mg) over a 24-Hour Period.

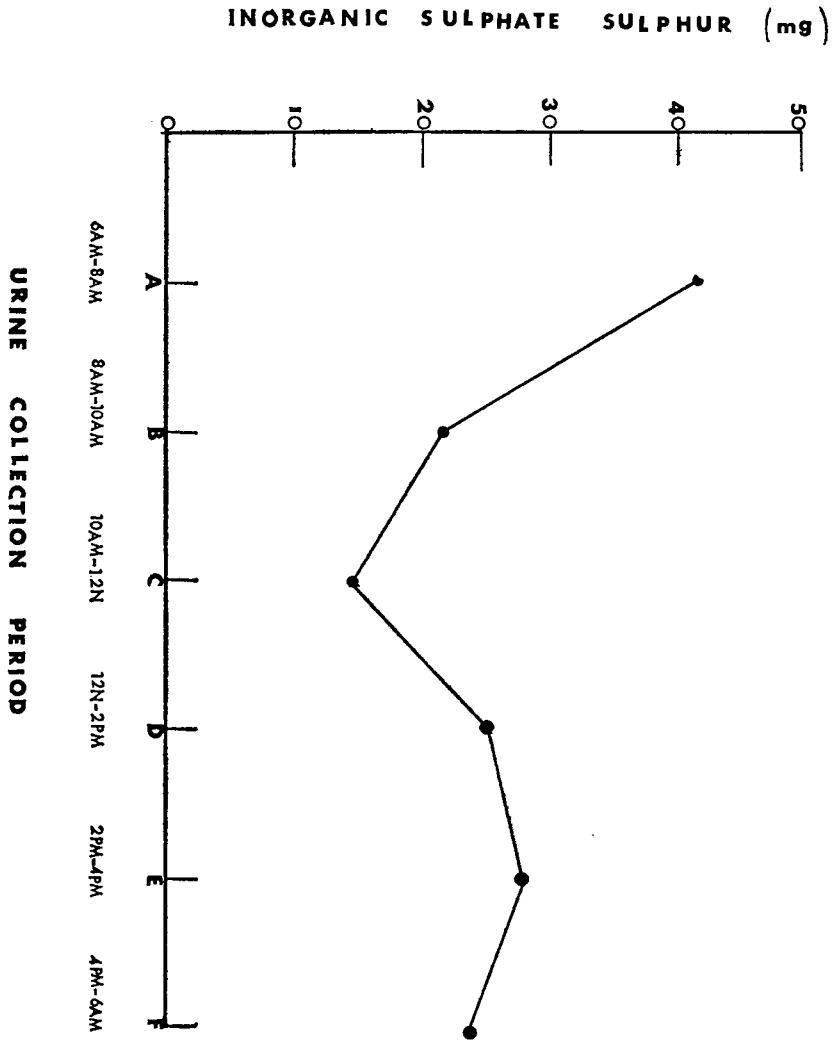


Figure 1.—Urinary Excretion of Inorganic Sulphate Sulphur (mg) over a 24-Hour Period.

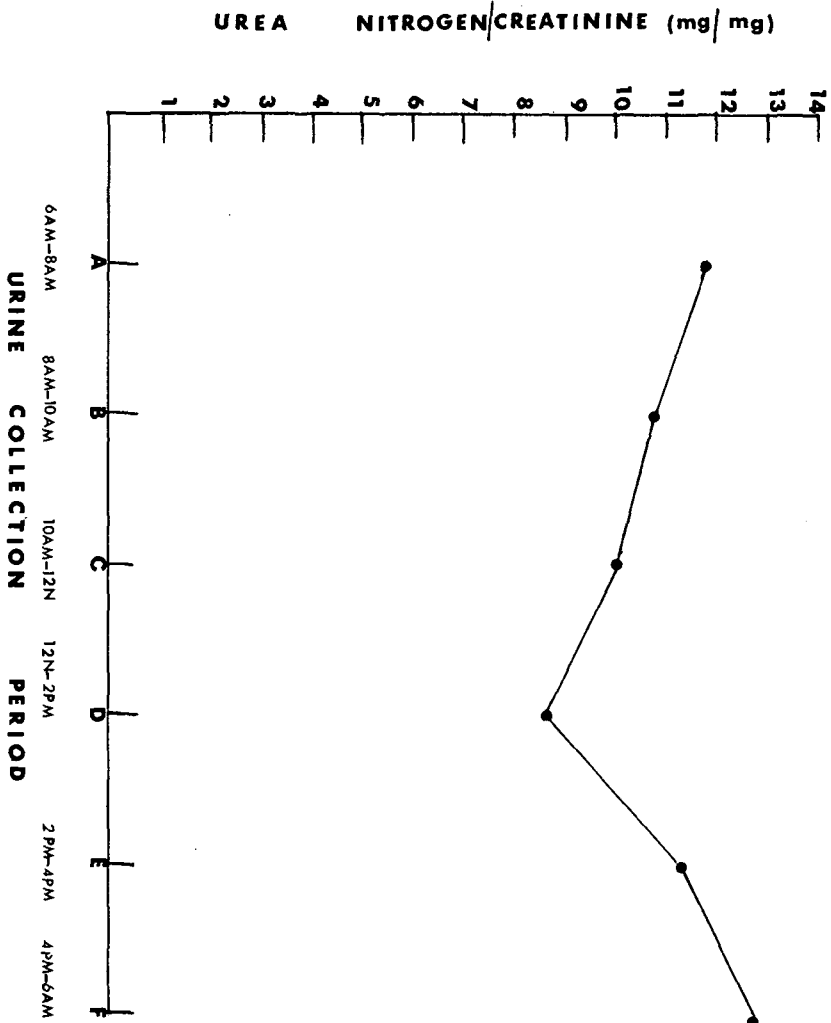


Figure 4.—Urinary Excretion of Urea Nitrogen/Creatinine Ratio (mg/mg) over a 24-Hour Period.

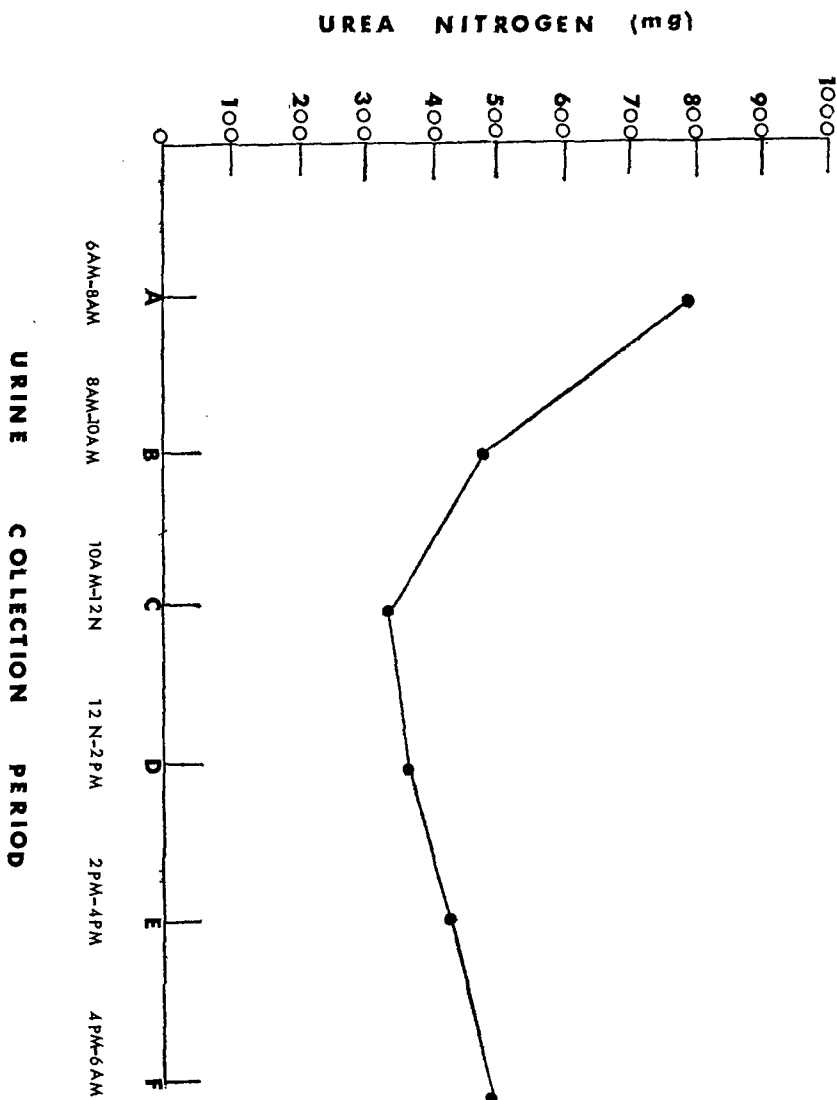


Figure 3.—Urinary Excretion of Urea Nitrogen (mg) over a 24-Hour Period.

## ACKNOWLEDGMENTS

The author is indebted to Mrs. Philip Ndibo and Mr. Ronnie D'Souza for assistance with the laboratory procedures and Mr. Swinn Christensen for the statistical analysis.

## BIBLIOGRAPHY

- (1) Bohdal, M., Gibbs, N. E. & Simmons, W. K. Nutrition survey and campaign against malnutrition in Kenya, 1964-1968, Ministry of Health, Nairobi. 1968.
- (2) Folin, O. & Wu, H. A system of blood analysis - determination of creatinine and creatine. *J. Biol. Chem.* 38, 98-106, 1919.
- (3) Valey, H. Practical clinical biochemistry, 3rd ed., New York, Interscience Books. 1963.
- (4) Berglund, F. & Sorbo, B. C. Turbidimetric analysis of inorganic sulphate in serum, plasma, and urine. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 147, 12. 1960.
- (5) Biometrika Tables for Statisticians. Volume 1. Table 11, page 136. E. S. Pearson & H. O. Hartley, Cambridge, 1962.
- (6) Lee, M. & Arroyave, G. Variation in urinary excretion of urea and N-Methyl nicotinamide during the day comparison with fasting levels. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 16, 125-132, 1966.
- (7) Arroyave, G. Biochemical evaluation of nutritional status in man. *Fed. Proc.* 20, 39, 1961.
- (8) Dugdale, A. E. & Edkins, E. Urinary urea/creatinine ratio in healthy and malnourished children. *Lancet*, 1, 1062-1064, 1964.
- (9) Walker, A. K. P. The nutritional state of South African child population groups as reflected by height, weight and nitrogen partition in the urine. *S. Afr. Med. J.*, 37, 400-403, 1963.
- (10) Couvee, L. M. J., Nugteren, D. H. & Luyken, R. The nutritional condition of the Kapaukus in the Central Highlands of Netherlands New Guinea. *Trop. Geogr. Med.* 14, 27-32, 1962.
- (11) Luyken, K. & Luyken-Koning, F. W. M. Studies on the physiology of nutrition in Surinam III. Urea excretion. *Trop. Geogr. Med.*, 12, 237-242, 1960.
- (12) Bohdal, M. & Simmons, W. K. A comparison of the nutritional indices of healthy African, Asian and European children. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 40, 166-174, 1969.
- (13) Simmons, W. K. & Bohdal, M. Assessment of some biochemical parameters related to protein-calorie nutrition in children. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 42, 897-906, 1970.
- (14) Pellet, P. L. In: Evaluation of Protein Quality, pub. 1100. National Academic of Sciences - National Research Council. Report of an international conference. Committee on Protein Malnutrition, Food & Nutrition Board, Washington, D. C. 1963.
- (15) Miller, D. S. & Mum Ford, P. Urinary sulphur as a measure of the protein value of diets. *Proc. Nutr. Soc.* 23, X liv.
- (16) Pellet, P. L. Urinary sulphate sulphur as a measure of the protein value of diets. *Proc. Nutr. Soc.* 24, 37, 1965.

# **Efectos de la nutrición e infecciones sobre desarrollo óseo de niños en una área rural en Guatemala**

JOAO B. SALOMÓN\* ; ROBERT E. KLEIN\*\* ; MIGUEL A. GUZMAN\*\*  
y CIPRIANO CANOSA\*\*

## **RESUMEN**

Usando radiografías de la mano y la muñeca se examinó el desarrollo óseo de 1.346 niños de tres comunidades rurales de Guatemala. Los datos recopilados se comparan con los de Stuart, et. al, para desarrollo óseo normal. El retraso en el desarrollo óseo de la muestra guatemalteca estudiada es discutida en relación a una variedad de factores ambientales que se consideran involucrados. Se examinan detalladamente los factores de dieta y enfermedad, así como diferencias entre sexos, en el proceso de maduración ósea.

## **INTRODUCCION**

Durante el progreso del ser humano hacia la madurez adulta, dos fenómenos ocurren paralelamente: crecimiento y desarrollo. Crecimiento representado por la creación de nuevas células y tejidos; desarrollo o la consolidación subsecuente de los tejidos y órganos. Sin embargo, es el tejido óseo por sus propiedades físicas de menor penetración a los rayos-X, que permite estudiar "in vivo" estos dos componentes de forma más objetiva. El crecimiento y desarrollo en el sistema esquelético está condicionado a dos actividades fundamentales. La primera es la actividad condroplásica, responsable por la formación de nuevas células y tejidos, o sea por el crecimiento del esqueleto. La segunda es la actividad osteogénica, responsable por la maduración, o la

(\*) Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasil.

(\*\*) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) - Guatemala.  
Investigación mantenida por el Contrato: PH 43-65-640 de "National Institute of Child Health and Human Development".

Recibido: 11-8-1971.

transformación de los tejidos fibrosos y cartílago en su forma ósea permanente.

En el niño sano, el crecimiento y desarrollo del sistema esquelético sigue un sistema armónico, pasando por estadios característicos en las diferentes edades hasta alcanzar la madurez adulta. La armonía de este progreso está regida por diferentes factores o condiciones, que actuando de forma aislada o en combinación, irán a definir el patrón del desarrollo esquelético del individuo. Estas condiciones o factores que actúan definiendo el patrón del desarrollo esquelético se clasifica, básicamente, en dos grandes grupos. El primer grupo está formado por factores intrínsecos o factores inherentes al individuo, responsables por la programación del desarrollo esquelético a ser seguido durante la vida futura del individuo. El segundo grupo está formado por factores extrínsecos, o ambientales. Este segundo grupo de factores, son los que irán a actuar sobre el desarrollo programado modificándolo y adaptándolo a las circunstancias que caracterizan el medio ambiente en que el individuo se encuentra.

Los factores intrínsecos que determinan la velocidad y el patrón de desarrollo esquelético se fundan en el genotipo. Algunos son sexo-específicos y por lo tanto están relacionados con toda probabilidad a los cromosomas sexuales. La ilustración del efecto del sexo es dada por la mayor velocidad con que se procesa el desarrollo esquelético en el sexo femenino (1, 2). La diferencia de los dos sexos en la velocidad de maduración esquelética ya se encuentra durante la vida fetal (3) pero se acentúa al noveno o décimo año de edad (4). Un segundo grupo de factores intrínsecos que pueden tener un efecto sobre el desarrollo esquelético son comunes a los dos sexos. Este grupo de factores tiene su origen autosómica, con toda probabilidad. La marcada similitud familiar en los patrones de apareamiento de los centros de osificación y en la fusión de las epífisis ilustra este fenómeno. Garn y colaboradores (5) han descrito la similitud en los patrones del desarrollo esquelético en humanos dentro de una misma generación y entre diferentes generaciones. Finalmente podríamos considerar las desviaciones patológicas de los factores intrínsecos trayendo como resultado variaciones cromosómicas o desequilibrios hormonales. Esto consistiría en un tercer grupo de factores intrínsecos que podrían cambiar las direcciones del pro-

ceso del desarrollo óseo esperado. Estos hechos son ilustrados en el mongolismo, síndrome de Turner (7), hipotiroidismo (6). Sin embargo, los patrones del desarrollo óseo genéticamente pre-determinados pueden ser modificados por la intervención de factores ambientales.

Podríamos concebir los factores extrínsecos, o factores del medio ambiente, como componentes de un sistema de fuerzas divergentes, con una fuerza resultante dirigida hacia el individuo.

Las fuerzas componentes de este sistema hipotético serían por su vez resultantes de sistemas primarios representativos de cada sector del medio ambiente. Estos sectores son conocidos, tradicionalmente, como ambiente físico, biológico y socio-cultural. La intensidad y dirección de la fuerza resultante de este sistema depende de la organización especial de las fuerzas componentes. Sin embargo, el sentido de la resultante se define por el sentido de la componente de mayor intensidad. En el estudio del progreso del desarrollo esquelético hacia la madurez adulta, nos preocupamos, fundamentalmente en la determinación de los factores extrínsecos que, por la magnitud de sus acciones, contribuyen más al sentido de la fuerza resultante del sistema.

Si el efecto final de la resultante es negativo, el resultado será un retraso en el proceso del desarrollo intrínsecamente programado. La pronta identificación y corrección de factores adversos hará posible entonces, que el individuo desarrolle su potencial genético.

Estudios, tanto en animales de experimentación como en seres humanos, indican que las enfermedades y las deficiencias nutricionales actuando de forma aislada o en combinación ocupan un papel de particular importancia dentro de los factores ambientales como condiciones que retrasan el desarrollo óseo.

Existe un gran número de enfermedades que producen lesiones específicas en el esqueleto, alterando su desarrollo. Entre estas se encuentran el raquitismo, escorbuto, osteomielitis. Existe todavía más. En la poliomielitis la inmovilidad crónica retrasa el crecimiento y desarrollo esquelético; síndromes de malabsorción y desequilibrios hormonales, como hipertiroidismo (6) y tumores de la adrenal (8), pueden alterar el patrón de desarrollo esquelético. Sin embargo, existe otro gran grupo de enfer-

medades que, aunque no presentan una relación directa evidente con el proceso de osteogénesis, retrasan el patrón del desarrollo óseo.

En áreas menos privilegiadas de los países técnicamente en desarrollo, este grupo de enfermedades está representado fundamentalmente por las enfermedades infecciosas.

Entre las enfermedades infecciosas asumen particular importancia, por su alta prevalencia en los períodos de mayor velocidad de crecimiento, las enfermedades diarreicas, las infecciones respiratorias y las enfermedades comunes de la infancia.

La acción de las enfermedades infecciosas en el retraso del desarrollo esquelético se hace por la combinación de mecanismos múltiples. En primer lugar la enfermedad infecciosa es acompañada por una pérdida en el apetito y como consecuencia la cantidad de alimentos ingeridos durante el período de síntomas está marcadamente reducida; además es digno de tomarse en cuenta el aumento considerable de los procesos de catabolismo proteico en las enfermedades infecciosas y las pérdidas anormales de proteínas en procesos diarreicos crónicos, renales o broncopulmonares de larga evolución. Por otro lado, la acción tóxica infecciosa del proceso patológico produce cambios sobre las diferentes actividades metabólicas. Estos cambios pueden resultar en un aumento de las cantidades de nutrientes superior a los requeridos en la ausencia de la enfermedad, o entonces cambiando las direcciones de la cadena metabólica que caracteriza la utilización de un dado nutriente de una forma menos favorable para el organismo.

Una de las manifestaciones clínicas de un proceso infeccioso, sea agudo o crónico es fiebre. En la presencia de un cuadro febril los requerimientos metabólicos del individuo están marcadamente aumentados. Temperatura orgánica igual o superior a 39°C los requerimientos calóricos diarios aumentan de 50 a 70% (9). Paralelo al aumento de los requerimientos calóricos, los requerimientos diarios proteicos se encuentran altamente aumentados. Es prácticamente imposible mantener un individuo con una enfermedad infecciosa en equilibrio nitrogenado mismo con cantidades elevadas de proteínas de alto valor biológico en la dieta (10).

El efecto de la enfermedad infecciosa cambiando las direcciones metabólicas de utilización de los nutrientes es ilustrado con la fiebre tifoidea. Pacientes con fiebre tifoidea alimentados con una dieta equilibrada y en cantidades suficientes, aumentan de grasa, sin embargo, pierden peso y presentan un metabolismo nitrogenado negativo (9).

La combinación de estos dos mecanismos —baja ingesta y cambios metabólicos— da como resultado una menor disponibilidad de nutrientes necesarios para realizar el potencial de crecimiento y desarrollo genéticamente programado.

Paralelamente a las enfermedades, las deficiencias nutricionales constituyen otro grupo de factores extrínsecos importantes responsables por el retraso en el desarrollo esquelético.

Aparte de las deficiencias vitamínicas y minerales específicas consideradas anteriormente, proteína es probablemente el componente dietético más importante necesario para el desarrollo esquelético. Deficiencias proteicas en la dieta pueden producir cambios acentuados tanto en la morfología como en la composición química de los huesos. Estos hechos han sido descritos particularmente en animales de experimentación por Pratt y McCance (11).

Animales alimentados con una dieta deficiente en proteínas presentaron un marcado retraso en el crecimiento físico con profundas alteraciones en la morfología y composición química del sistema esquelético. Los animales malnutridos presentaron líneas transversas de interrupción de crecimiento y alteraciones morfológicas de las epífisis. En relación a su composición bioquímica, el hueso cortical de los animales desnutridos presentó significativamente menores cantidades de nitrógeno y colágeno al lado de un ligero aumento de las concentraciones de calcio. La relación calcio-colágena del cortex de los huesos largos se encontraba marcadamente aumentada en los animales desnutridos cuando comparada a los controles (12).

Esta alteración morfológica e histoquímica del hueso cortical debido a la malnutrición da como resultado un hueso más rarefacto mecánicamente débil (13). En relación a seres humanos, el ejemplo más dramático del efecto de la desnutrición proteico sobre el desarrollo se encuentra en el kwashiorkor (14, 15).

Niños viviendo bajo dieta deficiente en proteínas ya sea en cantidad o en calidad, o niños presentando signos y síntomas de kwashiorkor presentan marcados cambios en el desarrollo óseo. Estos cambios incluyen líneas transversales de interrupción de crecimiento en las epífisis, retraso en la edad de apareamiento de los centros de osificación con posibles alteraciones del orden de apareamiento de éstos, menor mineralización ósea (16) retraso en la edad de maduración ósea.

De esta forma, tanto las enfermedades infecciosas como la malnutrición actuando por separado, de forma independiente, pueden retrasar la velocidad del desarrollo óseo del individuo. El mecanismo común sería una disminución de la disponibilidad de nutrientes requeridos para poner de manifiesto el desarrollo esquelético genéticamente programado. La importancia de estos dos factores aumenta considerablemente cuando actúan simultáneamente sobre el mismo individuo. El efecto resultante final es más que aditivo. Existe un mecanismo sinérgico de acción. Las enfermedades infecciosas precipitan o agravan una deficiencia nutricional latente, o aumentan los gastos de nutrientes esenciales a un nivel que no pueden ser reemplazadas por la dieta habitual. Por otro lado, la malnutrición disminuye la resistencia del huésped de tal forma que las enfermedades usualmente benignas aumentan sus fatalidades, bien como la frecuencia de complicaciones, exagerando las manifestaciones clínicas.

Oomen (17) ha descrito la alta frecuencia con que niños de Indonesia, alimentados con una dieta deficiente en Vitamina A desarrollan xeroftalmía, queratomalacia y también ceguera, después de una epidemia de sarampión. La manifestación más grave de la deficiencia proteico-calórica-kwashiorkor, es usualmente precipitada por una enfermedad infecciosa aguda, en general enfermedad diarreica (18).

Existe en la literatura evidencias suficientes demostrando la íntima asociación entre la malnutrición y enfermedades infecciosas. La mayoría de estos trabajos indican que en comunidades con alta prevalencia de malnutrición las infecciones intercorrientes y las complicaciones asociadas son marcadamente más frecuentes en los malnutridos que en los sectores mejor nutridos de la población (19), 20, 21).

El propósito del presente trabajo es la descripción del desarrollo esquelético de niños menores de 8 años que han estado

viviendo en áreas rurales de Guatemala bajo condiciones de malnutrición y alta incidencia de enfermedades infecciosas.

## MATERIAL Y METODOS

1.364 niños de edades entre 6 meses y 8 años provenientes de tres áreas rurales de Guatemala fueron estudiados. De éstos, 644 son femeninos y 102 masculinos. Radiografías del puño y mano fueron tomadas con un aparato G. E. 100-15. Este aparato estaba montado sobre una caja de madera revestida internamente con láminas de plomo de 5 mm. de espesura en todas las paredes con una pequeña ventana en su parte inferior. Por esta ventana, completamente cubierta con una cortina de hule-plomado, el niño metía su mano apoyándola sobre la película radiográfica colocada en el piso de la caja. Con esto se procuró dar una mejor protección al niño contra las radiaciones concentrándola sobre la mano. El sistema así construido permitió una distancia tubo-película de 76 cm., constante para todas las radiografías.

Todos los niños incluidos en la muestra tuvieron sus edades verificadas contra certificado de nacimiento, asegurando la realidad de la edad cronológica. Una vez desarrolladas, las películas radiográficas fueron interpretadas por dos de los investigadores desconociendo la edad cronológica. Para cada individuo se determinó la edad ósea, centros de osificación, presencia de líneas transversales de interrupción del crecimiento óseo, en los 5 cms. distales del radio. Una vez interpretada la información fue transferida para tarjetas IBM y analizadas en una computadora 1620 IBM de la División de Estadística del INCAP.

Los centros de osificación y líneas transversas de interrupción del crecimiento óseo fueron simplemente indentificadas por su presencia o ausencia.

El tiempo promedio de aparecimiento fue determinado para cada uno de los 28 Centros de Osificación (C.O.) de la mano y puño con los sexos considerados en forma independiente. En la ausencia de informaciones para niños viviendo en condiciones favorables de esta área, los resultados fueron comparados con los descritos para niños de condiciones socio-económicas promedio de Boston, por Stuart y colaboradores en 1962

(22). Es obvio que los niños fueron comparados con patrones por sexo masculino y las niñas con los patrones de su sexo.

En la determinación de la edad ósea se utilizó el método de Tanner- Whitehouse-Heally (23). Este método se basa en la definición de indicadores de madurez para cada centro de osificación, individualmente. Cada indicador, correspondiente a un dado estadio del desarrollo, y representado por un número equivalente a proporción del desarrollo final alcanzado en este momento. Ocho indicadores de madurez son ilustrados y descritos para todos los centros, con excepción del radio que tiene 9 y de los huesos sesamoides que son ignorados. Una película desconocida puede ser evaluada ya sea en términos de un punteo (la suma de los valores de cada centro observado) representando la maduración ósea, o bien en su edad ósea equivalente.

Con el propósito de describir las condiciones ambientales, el patrón de morbilidad y el consumo de alimentos por los niños fueron investigados en dos de las tres comunidades, incluidas en el estudio. La incidencia de morbilidad fue determinada a través de visitas domiciliarias periódicas, repetidas a intervalo de 15 días, durante todo el año.

En un formulario especial se registró la patología clínica experimentada por cada individuo durante el período de investigación.

La dieta del niño fue evaluada usando el método de registro diario de los alimentos consumidos.

La información fue obtenida por visitas domiciliarias, durante tres días consecutivos. Los resultados fueron analizados en términos de cantidad total de alimentos consumidos por el niño durante el día, bien como su contenido calórico y proteico.

Por las dificultades en estimar la cantidad de leche materna consumida por el niño, la encuesta dietética no se realizó en el primer año de vida.

## RESULTADOS:

### *Centros de Osificación:*

Uno de los fenómenos registrados con más frecuencia en niños que han estado viviendo en condiciones ambientales desfavorables, es el retraso en la edad de apareamiento de los centros de osificación de la mano y puño.

Este retraso es, en general, determinado simplemente comparando la edad de apareamiento de los diferentes centros en un grupo de niños con la edad esperada de acuerdo a un patrón de referencia. Aunque este método sea útil en describir las diferencias observadas, no da idea de la magnitud o de la importancia del retraso observado.

La importancia o el significado del retraso en la aparición de un Centro de Osificación dado varía de acuerdo con la edad del individuo. Un centro que se presenta retrasado dos meses en su apareamiento cuando el niño tiene seis meses de edad podría estar significativamente retrasado. Sin embargo, el retraso de dos meses en un niño de ocho años de edad podría ser considerado prácticamente en tiempo. El significado del retraso observado en un dado centro de osificación, cuando comparado a un patrón de referencia, es dependiente de la *variabilidad* observada en las edades que este centro en particular apareció en los individuos de la población referencia. Expresando los resultados en términos de esta *variabilidad* se podrá estimar de una forma más clara su significado.

En el presente estudio la edad de apareamiento para cada uno de los 28 C.O. de la mano y puño se expresó en unidades de desviación estandar (SD), conocidas como valores estandares o simplemente valores Z.

Para su determinación:

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{X}_i}{Sd}$$

Donde:

x = edad promedio de apareamiento de un dado centro en los patrones.

xi = edad de apareamiento del mismo centro en los niños estudiados.

Sd = desviación estandar del patrón para el mismo centro.

De esta forma un dado niño que presentara el trapecio a los 73 meses y esta es la edad promedio en el patrón, tendría un valor de  $\bar{X} = 0$ . Si este centro apareciera a la edad de 96

meses, el valor de Z sería:  $Z = \frac{73 - 96}{18.4} = -1.2$

18.4 = Sd del patrón

El signo "menos" de Z indica que el centro se retrasó en la edad de su apareamiento de 1.2 desviaciones estandar. En

otras palabras, esto indica que en la población referencia cerca de 87% de los individuos han presentado el mismo centro a una edad igual o menor a la observada.

Los valores de Z fueron calculados de esta forma para cada uno de los 28 C.O. de la mano y puño. Para la representación gráfica se designó un número de 1 a 28 a cada centro de acuerdo con la Tabla I.

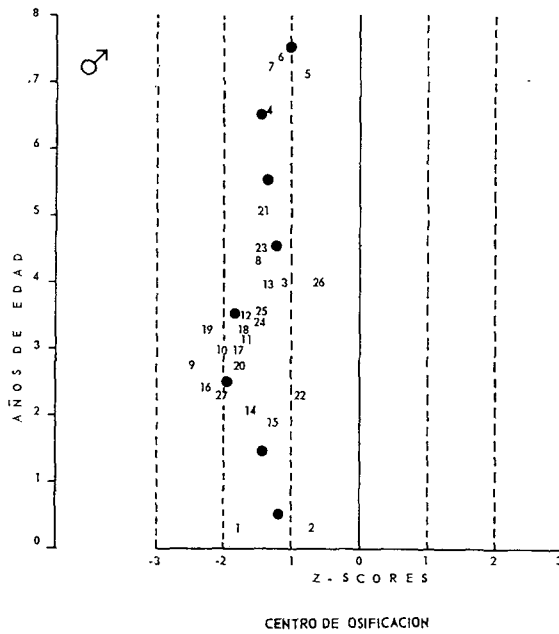
**TABLA I**

**CENTROS DE OSIFICACION OBSERVADOS EN LAS RADIOGRAFIAS DE PUÑO Y MANO DE NIÑOS MENORES DE OCHO AÑOS DE EDAD**

Número	Centro	Número	Centro
1	H. Grande	15	Proximal III
2	H. Ganchoso	16	Proximal IV
3	Piramidal	17	Proximal V
4	Semilunar	18	Mediano II
5	Trapezio	19	Mediano III
6	Trapezoide	20	Mediano IV
7	Escafoide	21	Mediano V
8	Metacarp. I	22	Distal I
9	Metacarp. II	23	Distal II
10	Metacarp. III	24	Distal III
11	Metacarp. IV	25	Distal IV
12	Metacarp. V	26	Distal V
13	Proximal I	27	Esp. Distal Radio
14	Proximal II	28	Esp. Distal Cúbito

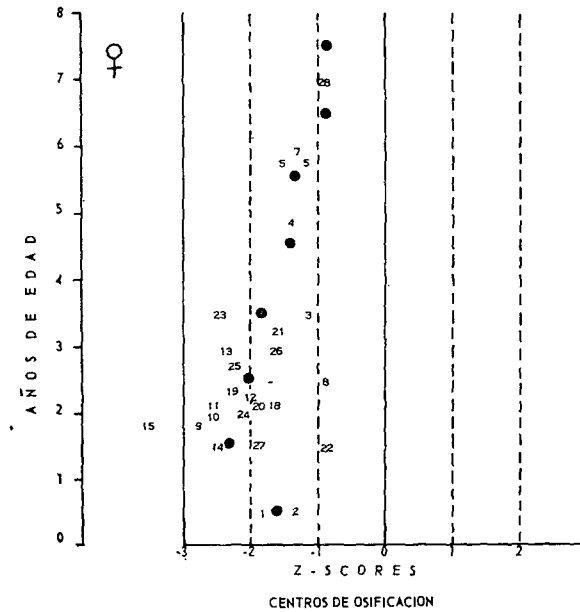
Además de los valores de Z determinado para cada centro, también fueron calculados los promedios de los valores de Z para cada edad cronológica.

Por ejemplo, supongamos que a los dos años de edad se observaron cinco centros de osificación, el valor promedio de Z de esta edad sería la suma de los valores de Z para cada centro dividido por cinco. Representando este valor de forma gráfica es posible apreciar en una sola figura las diferencias en las edades de apareamiento para cada uno de los 28 centros de la mano y puño en relación al estandard de comparación como se ilustra en las Figuras 1 y 2. El perfil de los valores promedios anuales en círculos negros en las Gráficas 1 y 2 estaría indicando la velocidad promedio de crecimiento de los niños estudiados, de acuerdo con el apareamiento de los nuevos C. O. Si los 28 centros de osificación apareciesen exactamente en el orden presentado en el patrón, la gráfica re-



INCAP 69-111

Figura 1.—Edad de apareamiento de los centros de osificación de la mano y puño en niños pre-escolares rurales de Guatemala. Los resultados expresados en valores de Z, se comparan con los datos publicados por Stuart, 1962.



INCAP 49-112

Figura 2.—Edad de apareamiento de los centros de osificación de la mano y puño en niñas pre-escolares rurales de Guatemala. Los resultados expresados en valores de Z, se comparan con los datos de Stuart, 1962.

presentando este fenómeno sería una línea recta. Si la edad de apareamiento de los nuevos centros fuera igual al promedio de edad en la población referencia, la línea recta representativa de este fenómeno estaría exactamente sobre la línea  $Z = 0$ .

La dispersión de los valores de  $Z$  en la gráfica indicará la magnitud con que los niños estudiados difieren del promedio del patrón en relación a la edad de apareamiento de sus centros de osificación. La figura 1 ilustra los resultados para el sexo masculino. Como es de esperar, existe un retraso en la edad de apareamiento para cada uno de los centros de osificación considerados. Sin embargo, este retraso es más evidente en las edades comprendidas entre 24 y 39 meses. Los centros con mayor retraso en la edad de apareamiento, fueron los centros 27, 16, 9, 10 y 19 por orden de edad de apareamiento.

Considerando los valores promedios de  $Z$  para cada período de edad un interesante patrón se define. A partir de los seis meses los valores se distancian del promedio, alcanzando su máxima desviación a los 30 meses ( $Z = -2$ ). De esta edad en adelante hay una tendencia en aumentar los valores en todas las edades futuras, disminuyendo la distancia a línea promedio, hasta la edad de 90 meses cuando la desviación es igual a la observada en los niños de seis meses de edad.

La Fig. 2 ilustra el patrón de apareamiento para los C.O. en el sexo femenino. De la misma forma que en el caso anterior, el retraso en la edad de apareamiento se observa para cada uno de los centros, cuando se compara con la población referencia. Sin embargo, mientras en el sexo masculino solamente cuatro centros se distanciaban  $-2$  ó menos unidades de  $Z$  de los patrones, en el sexo femenino 12 de los 28 centros de osificación se presentan con este retraso. Esta diferencia trae como resultado un perfil de apareamiento de los centros de osificación en el sexo femenino diferente del observado en el sexo masculino.

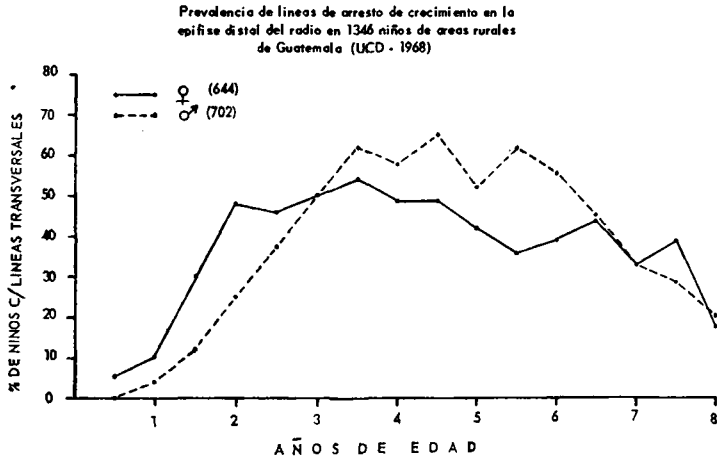
A partir de los seis meses de edad hay una disminución abrupta de los valores de  $Z$  alcanzando la desviación máxima ya a los 18 meses. De esta edad en adelante los valores de  $Z$  van acercándose progresivamente a los valores promedios manteniéndose alrededor de la línea  $Z = -1$ .

*Líneas transversales de interrupción del crecimiento óseo:*

La actividad condroplásica y la osteogénesis que se suceden en formación del tejido óseo en el niño sano pueden estar profundamente alteradas si las condiciones ambientales no son favorables. Evidencias tanto en animales de experimentación como en seres humanos indican que los factores extrínsecos adversos no actúan de forma proporcional en estas dos actividades del tejido óseo. Bajo condiciones ambientales desfavorables la actividad condroplásica puede estar reducida o prácticamente interrumpida mientras persiste la actividad osteogénica. Como resultado de esta distorsión del crecimiento óseo normal, aparecen en las películas radiográficas líneas transversales, con menor transparencia radiológica, situadas en las epífisis de los huesos largos. Estas líneas, descritas por Harris (24) en 1926, son conocidas actualmente como líneas de interrupción del crecimiento óseo. Su presencia indica la continuidad en la formación de tejido óseo, por lo tanto actividad osteogénica pero no existe prácticamente crecimiento en longitud, es decir, actividad condroplásica (25). La presencia de estas líneas (LT) fueron identificadas en los 5 cms. de la epífisis distal del hueso radio en las películas radiográficas de los niños incluidos en el presente estudio. Los resultados, ilustrados en la Fig. 3 indican una prevalencia de LT en el sexo femenino diferente de la observada en el sexo masculino.

Durante los tres primeros años de vida la prevalencia de LT es mayor en el sexo femenino. Al tercer año de edad la prevalencia de LT en el sexo femenino es igual a la del sexo masculino. A partir de los 3.5 años de edad la prevalencia de LT pasa a predominar en el sexo masculino en todas las demás edades posteriores excepto a los 7.5 años de edad, cuando el sexo femenino predomina sobre el masculino. La importancia de este fenómeno es mejor interpretada considerando todo el proceso de crecimiento hacia la madurez adulta.

Estudios de Bayley y Pineau (26) comprobados por otros autores (27) indican que desde la concepción hasta los 3 años de edad los niños alcanzan 53.5% de la estatura final a la madurez y las niñas 57.2% en condiciones ambientales favorables. En el período de edad comprendido entre 3 y 8 años, el incremento en talla en relación a la talla final adulta corresponde a aproximadamente 19% para los niños y 20% para las niñas. Los resultados presentados en la Fig.



INCAP 69-113

**Figura 3.**—Prevalencia de líneas transversales de interrupción del crecimiento óseo, identificadas en los 5 cm. distales del radio, en radiografías de puño y mano de niños pre-escolares rurales de Guatemala.

3 indican una mayor prevalencia de líneas de interrupción del crecimiento en el sexo femenino que en el sexo masculino durante el período de mayor velocidad de crecimiento. La mayor prevalencia de LT en el sexo masculino se observa en el período de menor velocidad de crecimiento.

Estos resultados parecen indicar una diferencia de respuesta en términos de crecimiento óseo. Bajo condiciones ambientales desfavorables homogéneas la actividad condroplásica, o crecimiento óseo en longitud, está más retrasada en el sexo femenino que en el masculino, durante el período de mayor velocidad de crecimiento.

#### *Edad Osea:*

La edad ósea proporciona una medida capaz de dar una información satisfactoria de la maduración esquelética independientemente del crecimiento. Sin embargo, la interpretación de la maduración ósea ha sido considerada de forma diferente por distintos autores.

En teoría, cualquiera o todas las partes componentes del esqueleto podrían ser utilizadas para la evaluación de la maduración ósea pero en la práctica, las más convenientes son el puño y la mano. Por lo menos, después de un año de edad, pues son tantos los huesos y epífisis presentes en una peque-

ña área que pueden ser fácilmente presentados en una película radiográfica.

Un gran número de estándares de maduración ósea han sido publicados para la mano y puño. En términos generales estos estándares pueden ser divididos en dos grupos. En el primer grupo se encuentran los estándares tipo-edad. Aquí encontramos los clásicos atlas descritos por Todd (28) para grupos de población pertenecientes a clases socio-económicas altas de USA; el Atlas de Greulich y Pyle (2) que consiste en dos revisiones de los datos de Todd (1950-1959); Speijers (29) para grupos socio-económicos promedio de Alemania. Estos métodos consisten en comparar la película radiográfica de un niño en particular con las descritas en el patrón, asignándole la edad más próxima que le corresponde en el patrón.

Sin embargo, los resultados obtenidos por este método son difíciles de interpretar. La edad ósea obtenida con el método del atlas no tiene el mismo significado para dos niños sanos. En el caso de procesos patológicos el concepto de edad ósea se vuelve más complejo. Pyle (30) cita un ejemplo, una niña malnutrida de ocho años de edad en que su edad ósea fue evaluada como de cinco años pero los estadios de los huesos individuales variaban de 2.5 a 6.5 años. Por otro lado, uno de los fenómenos interesantes a medir en el proceso de crecimiento y desarrollo es la velocidad con que se procesan de un año para el otro. Usando las técnicas convencionales de edad ósea, este fenómeno puede ser enmascarado. Con el propósito de determinar la velocidad de maduración ósea un segundo grupo de métodos ha sido desarrollado. En este método se usa indicadores de maduración. En este caso, estándares con sus respectivas desviaciones, son presentados para cada uno de los estadios de maduración para cada hueso individual. Aquí encontramos el método de Oxford descrito por Acheson (31) para niños preescolares de Inglaterra; Sutow y Ohwada (32) para niños japoneses; Tanner y Whitehouse (33) para niños de clase media inglesa y el método conocido por "Red Graph" descrito por Pyle en 1948 (30).

Los estándares basados en los indicadores de maduración tuvieron sus orígenes en el Atlas de Greulich-Pyle (2). Estos autores han reproducido de forma gráfica los diferentes estadios de maduración para cada centro a las diferentes edades cronológicas. Con este método, en lugar de asignar una edad

ósea promedio para el individuo, atribuyen una edad esquelética para cada centro en individual y recomiendan usar la amplitud entre las edades del centro más adelantado y el más retrasado como una medida que ellos creen estar relacionada con malnutrición o procesos endocrínicos patológicos del individuo evaluado. Estudiando una serie de rayos-X en niños preescolares de Inglaterra, Acheson ha tratado de compensar algunas de las dificultades presentadas por el método de Pyle idealizando el conocido método Oxford. Este método consiste en asignar un número de puntos para cada indicador de madurez a las diferentes edades. La ausencia de osificación tiene valor cero. Cuando indicios primarios de calcificación es observado, el valor es uno; cuando se nota forma en el centro el valor es 2; así sucesivamente. De esta forma en la evaluación de la madurez esquelética de un dado niño, el proceso consiste en asignar el punteo apropiado al estadio de cada centro visible en la película radiográfica y finalmente la suma total de los puntos será una medida directa de la madurez esquelética del individuo. Esta forma más directa y simple de evaluar la madurez esquelética ha servido como base a partir de la cual Tanner-Whitehouse-Healy (23) desarrollaron nuevos estándares. El principio primordial de esta técnica está fundado en presupuesto de que existe una orden invariable en que se procesan las diferentes fases del desarrollo para cada hueso. Esta orden es la misma para todos los individuos hasta donde los conocimientos actuales permiten, así mismo durante las enfermedades sistémicas y malnutrición.

Aunque los estadios tienen una confiabilidad universalmente comprobada ellos no suceden a un intervalo de tiempo constante. Los efectos de los factores extrínsecos adversos, particularmente malnutrición y enfermedades, actúan aumentando el intervalo de tiempo requerido para pasar de un estadio al inmediato posterior.

En el método T-W-H se describen ocho estadios para cada centro, excepto para el radio en que se describen 9. Cada uno de los estadios se acompaña de un esquema gráfico, una descripción y su punto correspondiente. Estos estadios corresponden muy cerca a los dibujados por Pyle en su método (30). Las descripciones son bastantes precisas permitiendo una buena réplica de resultados entre observadores (34). Utilizando el método de T-W-H la maduración esquelética de los

niños en el presente estudio fue evaluado. Los resultados se presentan en las Gráficas 4 y 5 para niños y niñas respectivamente. El retraso en la maduración ósea se observa a partir del primer año de vida tanto para niños como para niñas. Los

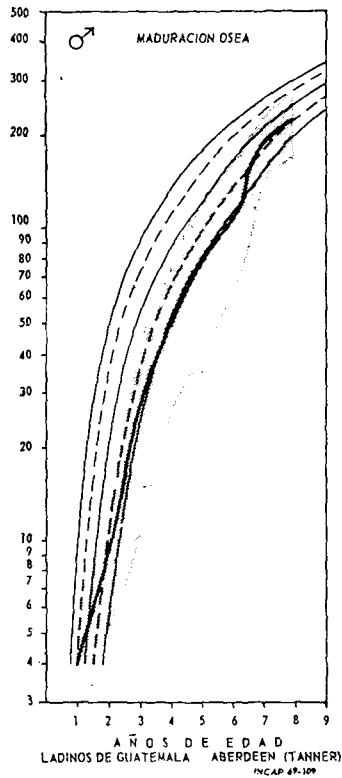
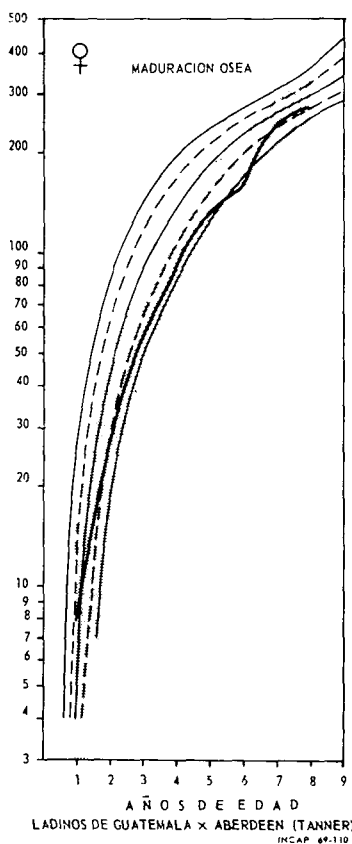


Figura 4.—Maduración ósea de niños pre-escolares rurales de Guatemala. Los resultados se comparan con los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90 de los patrones de Tanner y col. (23) para niños de Aberdeen, Inglaterra.



**Figura 5.**—Maduración ósea de nikas pre-escolares rurales de Guatemala. Los resultados se comparan con los percentiles 10, 25, 50, 75, y 90 de los patrones descritos por Tanner y col. para niñas de Aberdeen, Inglaterra.

valores correspondientes al grado de maduración alcanzada que en el primer año de vida se encuentra cerca del percentil 50, van progresivamente decreciendo alcanzando el P25 en el segundo año hasta el P10 en el tercer año donde permanece hasta los seis años de edad. A partir de esta edad se observa un aumento rápido en la maduración ósea alcanzando el P25 donde permanece hasta los ocho años de edad. Este patrón de maduración esquelética observado es mejor ilustrado si en lu-

gar de expresarlos de forma acumulativa como en las Figuras 4 y 5, son representados en términos de incrementos anuales, a velocidad de maduración. En la Fig. 6, los incrementos anuales de los valores indicadores de la maduración ósea están comparados con los valores calculados a partir del percentil 50 de los patrones descritos para Tanner y colaboradores. Aquí observamos que en el primer año de vida la velocidad de maduración está muy próxima a la velocidad calculada a partir del percentil 50 de los patrones. Sin embargo, es en el segundo año de vida donde se observa el retraso más marcado. A es-

VELOCIDAD DE MADURACION OSEA EN NIÑOS PRE-ESCOLARES RURALES DE GUATEMALA

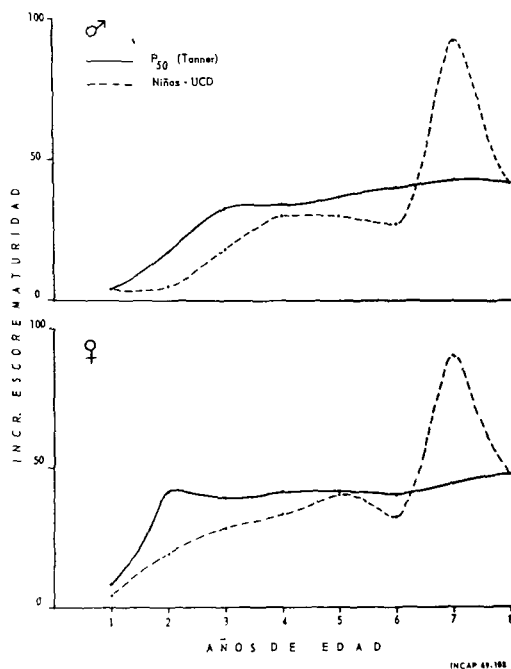


Figura 6.—Velocidad de Maduración esquelética. Incrementos anuales en los valores índices de maduración en niños pre-escolares rurales de Guatemala, comparados con los valores equivalentes calculados a partir del percentil 50 de los patrones descritos por Tanner y col.

- Incrementos anuales de acuerdo con el patrón.  
 - - - Incrementos anuales en la maduración ósea de los niños rurales de Guatemala.

ta edad, los niños alcanzan solamente 30% de la velocidad esperada y las niñas aproximadamente 46%. A partir de esta edad, los niños van progresivamente aumentando la velocidad de maduración tendiendo hacia los valores esperados de acuerdo con el patrón. Sin embargo, la recuperación es más rápida en el sexo femenino. A la edad de tres años mientras los niños presentan 57% de la velocidad esperada, las niñas la recuperan en 70%.

De los 4 a los 6 años la velocidad de maduración se mantiene tanto para los niños como para las niñas dentro de límites aproximadamente constantes, oscilando entre 80% y 99% de las esperadas de acuerdo con el patrón.

A los siete años la velocidad de maduración de estos niños aumenta rápidamente sobrepasando los estándares a un máximo de 200% en el séptimo año, regresando a los valores esperados a los ocho años de edad. Este fenómeno se observa un patrón de maduración esquelética diferente en el sexo masculino cuando comparados al sexo femenino. La velocidad de recuperación por parte del sexo femenino es más rápido que el sexo masculino en todas las edades hasta los seis años. A esta edad el marcado "catch-up" es de la misma magnitud en los dos sexos.

#### *Discusión:*

Existen suficientes argumentos que nos inclinan a aceptar que tanto el crecimiento en longitud como la maduración esquelética están íntimamente relacionados, procesando de forma simultánea en el niño sano. Aunque esta relación no sea lineal en todas las edades, es consistente de un niño para el otro. En la realidad, es esta la hipótesis en que Bayley ha basado para el desarrollo de su técnica para predicción de la estatura adulta (24). La relación entre crecimiento y maduración es tal que podríamos definir el potencial de crecimiento genéticamente determinado de un dado niño, como el número de unidades de estatura que el niño adquiere para cada unidad ganada en su maduración esquelética. El momento en que el individuo completa su maduración esquelética en la vida adulta, coincide con su estatura final, porque un cartílago maduro y totalmente osificado no permite crecimiento posterior.

Este proceso armónico y ordenado en el niño sano se presenta completamente modificado cuando el niño se ha estado

desarrollando en un ambiente que le es adverso.

Esta distorsión en el patrón genéticamente predeterminado, por los factores ambientales adversos que hemos observado en los niños de nuestra serie. Los resultados obtenidos a través de las encuestas periódicas de morbilidad indican que las enfermedades diarreicas y las infecciones respiratorias son responsables por más de 90% de las enfermedades encontradas.

Sin embargo, la incidencia de estas enfermedades es distinta en las diferentes edades. Los patrones de estas dos enfermedades están ilustrados en la Fig. 7. Las enfermedades

INCIDENCIA DE ENFERMEDADES DIARREICAS Y RESPIRATORIAS UCD - 1968

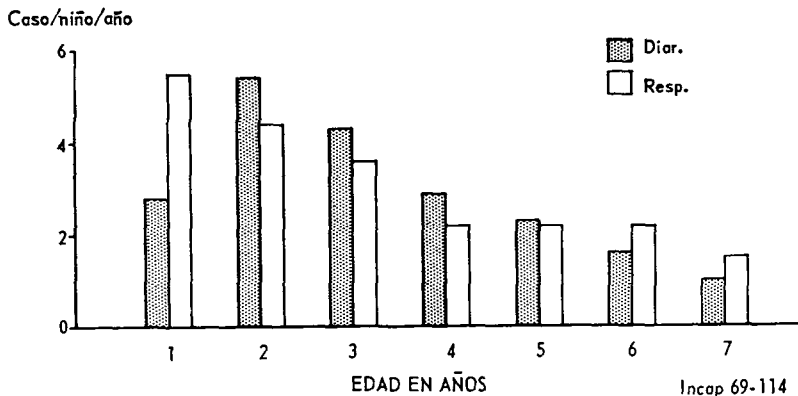


Figura 7.—Incidencia de enfermedades diarreicas e infecciones respiratorias en niños pre-escolares de áreas rurales de Guatemala. UCD 1968.

respiratorias encuentran su mayor incidencia en el primer año manteniéndose alta en el segundo y tercer años de vida, reduciendo su incidencia posteriormente, para estabilizarse en las edades futuras.

En relación a las enfermedades diarreicas, la mayor incidencia se observa en el segundo año de vida; siguiendo alta en el tercer año para disminuir en los demás períodos de edad.

Estos resultados están indicando que es durante los tres primeros años de vida en que se observan las más altas incidencias de enfermedades diarreicas e infecciosas respiratorias.

Este período coincide con la época de mayor velocidad de crecimiento del niño.

Las informaciones registradas por encuestas dietéticas, ha puesto en evidencia que el patrón de ingesta de alimentos no es diferente del observado para las enfermedades.

Los resultados se encuentran en las Gráficas 8, 9, 10. Estos datos indican nuevamente que es en el segundo y tercer años de vida donde se observan las más bajas ingestas de alimentos tanto en cantidad como en su contenido calórico y proteico.

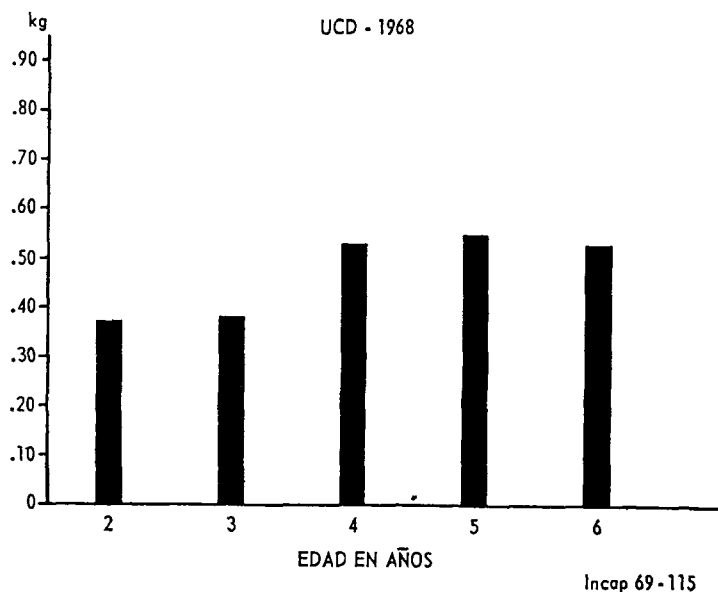
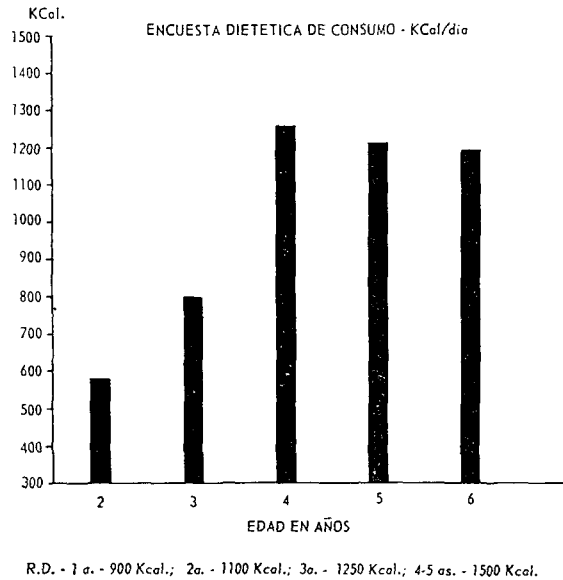


Figura 8.—Resultados de encuestas dietéticas de consumo. Cantidad total de alimento consumido por el niño pre-escolar durante el día. En estos resultados no está incluido el primer año de vida, por las dificultades en estimar la contribución de la leche materna a la dieta habitual del niño.



**Figura 9.—Encuesta dietética de consumo:**

Consumo calórico diario de la dieta habitual de niños pre-escolares de áreas rurales de Guatemala. No están incluidos los niños menores de un año, por no haber informaciones sobre la contribución de la leche a la dieta habitual.

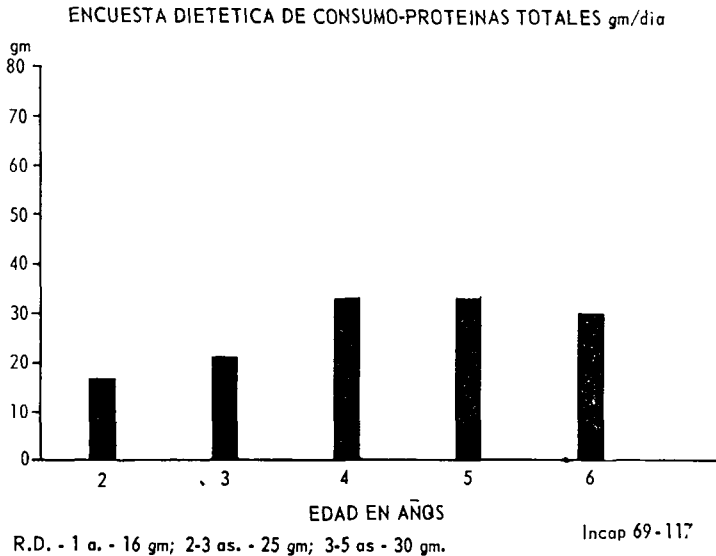


Figura 10.—Encuesta dietética de consumo:

Consumo diario de proteínas totales de la dieta habitual de niños pre-escolares de áreas rurales de Guatemala. No se incluyen los menores de un año.

La alta incidencia de enfermedades infecciosas, repetidas con frecuencia, asociada a una dieta deficiente tanto en calidad como en cantidad, en los períodos de mayor velocidad de crecimiento, podrían explicar el patrón de desarrollo esquelético observado. El efecto final es negativo. Un marcado retraso se observa tanto en el crecimiento como en la maduración ósea. Sin embargo, existe una diferencia de respuesta en términos del desarrollo esquelético de los niños en relación a las niñas.

Si consideramos el efecto adverso del medio ambiente sobre el crecimiento en longitud del hueso en términos de la prevalencia de "líneas de interrupción del crecimiento" este efecto es más marcado en las niñas. Durante el período de mayor velocidad de crecimiento o sea en los tres primeros años de vida la prevalencia de LT en las niñas es mayor que la observada en los niños. Por otro lado, el crecimiento también se hace por la adición de nuevos centros de osificación y el retraso en el apareamiento de los centros propios del período de crecimiento más rápido, también es más marcado en los indi-

viduos del sexo femenino. Cuando la prevalencia de LT predomina en el sexo masculino, es en el período que coincide con la menor velocidad de crecimiento en la vida pre-escolar. Con la maduración ósea el fenómeno observado es diferente que el descrito para el crecimiento. Aunque el retraso en la maduración esquelética es evidente en los niños y niñas en los períodos de edad coincidentes con las más altas incidencias de enfermedad y malnutrición, la velocidad de recuperación es diferente.

Si consideramos los resultados ilustrados en la Fig. 6 identificamos dos períodos en la velocidad de maduración ósea. El primer período, que coincide con la mayor velocidad de crecimiento la velocidad de recuperación de la maduración ósea del sexo femenino, es más rápida que la observada en el sexo masculino, cuando comparadas a los patrones equivalentes para cada sexo.

En el segundo período, la velocidad de recuperación en la maduración ósea es bastante similar en los dos sexos. Sin embargo, el hecho interesante observado en este período es la marcada aceleración en la maduración ósea a los 7 años de edad. A esta edad, los incrementos anuales de los valores representativos de la maduración ósea, sobrepasan en más de 100% los esperados de acuerdo con los patrones. Este aumento súbito, que estaría indicando un "catch-up" es observado en los dos sexos. A los 8 años los individuos regresan a la velocidad esperada.

Para explicar este "catch-up" en la maduración ósea se nos ocurren tres hipótesis. La primera está en relación con la naturaleza del estudio. Los datos obtenidos son transversales, de tal suerte que diferentes niños fueron evaluados en las diferentes edades.

Esto podría indicar que los efectos adversos de los factores ambientales, que podrían retrasar la maduración ósea han alcanzado estos individuos a diferentes momentos de su vida. De esta forma los niños de siete años de edad en el momento del estudio, podrían haber tenido la influencia de estos factores en momentos no tan críticos, en lo que se refiere a su maduración ósea. Si fuera posible obtener datos en edades anteriores a los siete años estos niños podrían tener una velocidad de maduración superior a la observada en cada una de las edades consideradas.

Aunque la respuesta final a esta hipótesis sólo se podría dar con estudios longitudinales cuidadosos; nos parece poco probable. La muestra incluida en el presente estudio fue tomada en tres diferentes áreas. Aunque estas tres áreas sean homogéneas en relación a su macroambiente, la probabilidad de que estos factores adversos alcancen a los niños que actualmente tienen 7 años en las diferentes áreas, en momentos menos críticos que sus compañeros más jóvenes, parece remota. Estudios previos realizados en estas áreas en época anteriores han descrito un patrón de enfermedades infecciosas y de malnutrición bastante similares a los observados por nosotros (35).

Una segunda hipótesis podría explicar el fenómeno observado. Durante el proceso de maduración ósea dos actividades se observan; la condroplasia y la osteogénesis.

Lo que se observa en la película radiográfica es el resultado final de estos dos procesos, particularmente los resultados debido a acción osteogénica, caso contrario, este centro será penetrado por los rayos-X y no se observará imagen alguna en la película radiográfica. Aunque en condiciones favorables estos dos fenómenos se pasan paralelamente, lo mismo no se aplica en condiciones de enfermedad.

De esta forma, si los efectos ambientales adversos retrasaran más actividad osteogénica con poca o ninguna influencia sobre la actividad condroplásica el resultado sería un centro en su estadio de desarrollo apropiado, pero no visualizado en la película radiográfica por su transparencia a los rayos-X. Esta hipótesis implicaría en el efecto que tiene particularmente las enfermedades infecciosas, sobre el metabolismo del Calcio.

Observaciones en individuos (36) han indicado que bajo una ingestión de calcio apropiada la incidencia de una enfermedad infecciosa moderada produce un balance de calcio negativo. Esto podría indicar que en los niños estudiados la presencia constante de procesos infecciosos estaría inhibiendo el metabolismo del calcio. Cuando este factor adverso desaparece, una rápida mineralización ocurriría haciendo visible el centro en las películas radiográficas. En este caso, la edad ósea podría no ser un buen indicador de la maduración alcanzada por el niño. Pues determinada por rayos-X traduciría simplemente la mayor o menor acción de la actividad osteogénica.

Sin embargo, retraso en la maduración bajo condiciones extrínsecas desfavorables ha sido observada en niños de diferentes países, pertenecientes a diferentes grupos étnicos, viviendo en diferentes ambientes, tanto físico como social (4). Cuando el retraso en la maduración se observa él está siempre acompañado de retraso en el crecimiento (4). En general, el efecto sobre el crecimiento es más marcado que el observado en la maduración. Por otro lado, estudios experimentales realizados por Acheson (23) han demostrado que en condiciones de malnutrición y enfermedades infecciosas, la actividad osteoblástica, por lo tanto osteogénesis, es persistente y continuada. Sin embargo, la condroplasia o formación de nuevas células de tejido fibroso y cartílago está interrumpida o prácticamente ausente.

Este fenómeno ha sido comprobado por estudios histológicos de la región epifiseal de niños (34) (35).

Además de esta evidencia, Dickerson (12) ha demostrado en condiciones experimentales, que durante el proceso de malnutrición, el tejido óseo presenta significativamente menos nitrógeno y colágeno, con ligero aumento de las concentraciones de calcio, cuando comparado con el tejido óseo del bien nutrido. Como consecuencia la relación calcio-colágena se encuentra marcadamente aumentada en el tejido óseo del malnutrido.

De esta forma parece que la interferencia con el metabolismo del calcio no es el factor principal en el retraso de la maduración esquelética; de la forma como es evaluada por las películas radiográficas.

Una tercera hipótesis que podría explicar este fenómeno se relaciona con la teoría del "catch-up" expuesta por Tanner en 1952 (39).

Con el propósito de explicar mejor este fenómeno Tanner concibe al existencia en el Sistema Nervioso Central de un centro controlador del crecimiento y desarrollo. Este centro estaría formado por dos componentes, un estimulador y otro inhibidor del crecimiento. El centro inhibidor estaría constantemente enviando estímulos inhibiendo la acción del centro estimulador hasta asumir todo el comando de las actividades del centro controlador del crecimiento al alcanzar el individuo la madurez adulta.

Los estímulos provenientes de los factores ambientales adversos actuarían aumentando las actividades del centro inhibidor de crecimiento. Una vez apartado este estímulo adverso, el centro estimulador asumiría el comando de las actividades y en un pequeño intervalo de tiempo estaría predominando hasta que sus acciones fueran nuevamente contrarrestadas por las acciones del centro inhibidor y un nuevo equilibrio se establecería.

Aunque la presencia de este centro no ha sido comprobada en condiciones experimentales esto podría servir como base para explicar los fenómenos que ahora describimos en toda su extensión.

Analizando los datos de la Fig. 6 se observa que es durante el segundo y tercer año de vida en que se observa el mayor retraso en la velocidad de maduración ósea. Este retraso se va haciendo menor en las edades futuras hasta el séptimo año cuando el "catch-up" se observa. Coincidiendo con el período de mayor retraso en la maduración ósea (2-3 años) se observan las más altas incidencias de enfermedades infecciosas en los niños pre-escolares de estas áreas, particularmente enfermedades diarreicas e infecciosas respiratorias. Es durante este mismo período que los niños son destetados consumiendo una dieta pobre, particularmente en proteínas y calorías de valor biológico inferior a las consumidas en las edades futuras. A partir del quinto año de edad, la incidencia de enfermedades se reducen marcadamente, mientras el consumo de alimentos de mayor valor biológico tiende a aumentar. Si asociado al proceso infeccioso el niño tiene una dieta deficiente el resultado será más serio.

La baja ingesta de alimentos de alto valor nutritivo asociada a altas pérdidas por los procesos infecciosos daría como resultado final una cantidad insuficiente de nutrientes disponible para el proceso de crecimiento.

Esta baja disponibilidad de nutrientes serviría como estímulo activando el centro inhibidor del crecimiento. Como resultado retraso en su velocidad. A partir del quinto y sexto año de vida, la disminución brusca de la incidencia de enfermedades infecciosas, asociado a una dieta adecuada, aumentaría la disponibilidad de nutrientes requeridos para el proceso de crecimiento y desarrollo. Este iría a actuar deprimiendo al centro inhibidor del crecimiento, dando oportunidad para que

el centro estimulador manifestase todo su potencial acumulado. El resultado final sería el "catch-up" observado a los 7 años.

Aunque esta hipótesis sea atractiva para explicar los fenómenos aquí registrados, no ha sido comprobada la existencia de tal centro. Si nembargo, hechos similares a los que hemos presentado, han sido informados por otros autores. En una serie de casos cuidadosamente estudiados por Prader y colaboradores (40), confirmando lo que se había informado previamente y Acheson (441), estos han observado que el desarrollo está acelerado en individuos después de un período de retraso causado por enfermedad o desnutrición.

Esta aceleración se observa durante un cierto período de tiempo, a partir del cual el individuo regresa a la velocidad propia de su edad. A esta tendencia del individuo a regresar a los canales de crecimiento que les caracterizan, después de que se desviaren de ellos, es lo que Prader y colaboradores denominan "homeorresis" (40).

En conclusión podríamos decir que bajo condiciones ambientales desfavorables homogéneas la respuesta en términos de desarrollo óseo, las niñas difieren de los niños.

Durante el período de mayor velocidad de crecimiento, las niñas presentan una mayor prevalencia de líneas transversal de detención del crecimiento óseo. Sin embargo, la recuperación de la velocidad de maduración es más rápida en el sexo femenino que en el sexo masculino. Si recordamos la definición de potencial de crecimiento antes citada, las niñas tendrán menor oportunidad en manifestarlo que los niños, en un ambiente desfavorable.

Como resultado de esto, es de esperar que las niñas cuando adultas tendrán una estatura inferior a los adultos del sexo masculino.

#### SUMMARY

Nutrition and infection interaction on the skeletal development of children in a rural area of Guatemala.

The skeletal development of 1,346 children from three rural communities in Guatemala was examined on the basis of X-rays of the hand wrist. These data are compared with those of Stuart, et al., for normal skeletal development. The retarded skeletal development of the Guatemalan sample is discussed in terms of a variety of environmental factors wich are thoukht to be involved. The role of diet and illness are examined in detail, as are apparent sex differences in the appearance of ossification centers.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pryor, J. W. Differences in the time of development of centers of ossification in the male and female skeleton. *Ant. Rec.*, 25: 257-273, 1923.
2. Greulich, W. W. and Pyle, S. I. Radiographic Atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Palo Alto Calif. Stanford University Press, 1959.
3. Christie, A. Prevalence and distribution of ossification centers in the newborn infant. *Amer. J. Dis. Children*, 77: 355-361, 1949.
4. Acheson, R. M. Maturation of the skeleton. In; Human Development, Ed. F. Falkner, W. B. Saunders Co., 1966.
5. Garn, S. M.; Rorman, C. G. and Davis, A. A. Genetics of hand-wrist ossification. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 21: 33-40, 1963.
6. Hertz, S. and Golli-Manini, C. Thyroid and growth. Effect of thyroid hormone on growth and thyrotoxic and myxedematous children and adolescents. *J. Clin. Endocr.*, 1: 518-522, 1941.
7. Acheson, R. M. and Zampa, G. A. Skeletal maturation in ovarian dysgenesis and Turners syndrome. *Lancet*, 1: 917-920, 1961.
8. Wilkins, L. Hormonal influences on skeletal growth. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 60: 763-775, 1955.
9. Polack, H. Disease as factor in world food problem. *The Amer. J. of Clin. Nutr.*, 21: 868-874, 1968.
10. Scrimshaw, N., Wilson, D. and Bressani, R. Infection and Kwashiorkor. *J. Trop. Pediatr.*, 6: 37-43, 1960.
11. Platt, C. W. M. and McCance, R. A. Severe Undernutrition in growing and adult animals: 2. Changes in the long bones of growing cockerels held a fixed weights by undernutrition. *Brit. J. Nutr.*, 14: 75-84, 1960.
12. Dickerson, J. W. T. and McCance, R. A. Severe undernutrition in growing and adult animals: 8. The dimensions and chemistry of the long bones. *Brit. J. Nutr.*, 15: 567-576, 1961.
13. McCance, R. A.; Dickerson, J. W. T.; Bell, G. H. and Dumber, O. Severe undernutrition in growing and adult animals. *Brit. J. Nutr.*, 16: 1-12, 1962.
14. Jones, P. R. M. and Dean, R. F. A. Effects of Kwashiorkor in the development of bones of the hand. *J. Trop. Pediatr.*, 2: 51-68, 1956.
15. Massé, G. and Hunt, E. E., Jr. Skeletal maturation of the hand and wrist in the West African children. *Human Biol.*, 35: 3-25, 1963.
16. Garn, S. M. Malnutrition and skeletal development in the preschool child. *Nat. Acad. of Sci. NRC Publication*, 1282.
17. Oomen, H. A. P., McLaren, D. S. and Scapini, H. Epidemiology and public health aspects of hypovitaminosis A. A global survey on xerophthalmia. *Trop. and Geographical Med.*, 16: 271-315, 1964.
18. Béhar, M. and Scrimshaw, N. S. The effect of environment of nutritional status. *Arch. Environ. Health*, 5: 257-264, 1962.
19. Vega, Franco L. Operación nimiquipalg. IV Influencia del estado de nutrición sobre el tipo y frecuencia de complicaciones en el sarampión. *Guatemala Pediátrica*, 4:65-83, 1964.

20. Salomon, J. B., Gordon, J. E. and Scrimshaw, N. S. Studies of diarrheal disease in Central America. X. Associated chickenpox, diarrhea and kwashiorkor in a Highland Guatemalan. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 15 (6): 997-1002, 1966.
21. Morley, D. Measles in Nigerian children. A study of the disease in West Africa and its manifestations in England and other countries during different epochs. *J. Hyg., Camb.*, 61: 115-134, 1963.
22. Stuart, H. C.; Pyle S. I.; Cornoni, J. and Reed, R. B. Onsets, completions and spans of ossification in the 29 bone-growth centers of the hand and wrist. *Pediatrics*, 29: 237-249, 1962.
23. Tanner, J. M.; Whitehouse, R. H. and Healy, M. J. R. A new system for estimating the maturity of the hand and wrist with standard, derived from 2,600 Health British Children. Part. II. The scoring system. Paris international children's Centre, 1962.
24. Harris, H. A. The growth of the long bones in childhood, with special reference to certain bony striations of the metaphysis.
25. Acheson, R. M. The effects of starvation, senticaemia and chronic illness on the growth cartilage plate and the metaphysis of the immature rat. *J. Anat. (Lond.)*, 93: 123-130, 1959.
26. Bayley, N. and Pinneau, S. R. Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with Greulich-Pyle hand standards. *J. J. Pediat.*, 40: 423-441, 1952.
27. Tanner, J. M.; Healy, M. J. R.; Lockhart, R. D.; MacKenzie, J. D. and Whitehouse, R. H. Aberdeen growth study I. The prediction of adult body measurements taken each year from birth to five years. *Arch. Dis. Child.*, 31: 382-391, 1956.
28. Todd, T. W. Atlas of skeletal maturation. Part I. The hand St. Louis, C. V. Mosby, 1937.
29. Speijers, B. Betekenis en bepaling van de skeletleeftijd Leiden, Sijhoff, 1950.
30. Pyle, S. I.; Mann, A. W.; Greizen, S.; Kelly, H. G.; Macy, I. G. and Spyes, T. D. A substitute for skeletal age (Todd) for clinical use. *J. Pediat.*, 32: 125-136, 1948.
31. Acheson, R. M. The oxford method of assessing skeletal maturity. *Clin. Orthop.*, 10: 19-39, 1954.
32. Sutow, W. W. and Owada K. Skeletal maturation in healthy Japanese children 6 to 19 years age. Skeletal ages standards. Shonita Rinsko, 6: 738, 1953.
33. Tanner, J. M. and Whitehouse, R. H. Standard for skeletal maturity based on study of 3000 British children. *Inst. Child. Health, Univ. London, M. S.*
34. Acheson, R. M.; Vinicius, J. H. and Fowler, G. B. Studies in the reliability of assessing skeletal maturity from X-rays. Part III. Greulich-Pyle Atlas and Tanner:Whitrouse method contrasted. *Human Biol.*, 38(3), 1966.
35. Gordon, J. E.; Ascoli, W.; Mata, L. M.; Guzman, M. A. and Scrimshaw, N. S. Nutrition and infection field studies in Guatemalan villages 1959-1964. VI. Acute diarrheal diseases and nutritional disorders in general disease incidence. *Arch Environm. Health*, 16: 424-437, 1968.

36. Johnston, J. A. Factors Influencing Retention of nitrogen and calcium in period of growth. II. Puberty in the normal girl and in the girl with minimal reinfection type of tuberculosis. *Amer. J. Dis. Child*, 62: 708-715, 1941.  
particular reference to zones and lines of increased density at the me-
37. Follis, R. H. and Park, E. A. Some observations on bone growth with thaphysis. *Amer. J. Roenthol.*, 68: 709-724, 1952.
38. Par, E. A. Bone growth in health and disease. *Arch. Dis. Child.*, 29: 269-281, 1954.
39. Tanner, J. M. The assessment of growth and development in children. *Archr. Dis. Child.*, 27: 10-33, 1952.
40. Prader, A. Tanner, J. M. and von Harnack, S. A. Catch-up growth following illness or starvation. An example of development canalization in man. *J. Pediat.*, 62: 646-659, 1963.
41. Acheson, R. M.; Fowler, G. B. and Jones, M. D. Effect of improved care on the predicted adult height of undernourished children. *Nature (Lond.)* 194: 735-736, 1962.



# **Nitrógeno urinario de perros adultos alimentados con una dieta sin nitrógeno y con diversas ingestas de calorías<sup>1</sup>**

**RICARDO BRESSANI<sup>2</sup>, ROBERTO A. GÓMEZ BRENES<sup>3</sup> y  
LUIZ G. ELIAS<sup>3</sup>**

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

## **RESUMEN**

Se llevó a cabo un estudio, en perros, que incluyó un total de seis experimentos con el propósito de determinar el efecto de la depleción proteínica sobre los niveles mínimos de nitrógeno urinario. Esa depleción se indujo por medio de una dieta libre de nitrógeno, la cual les fue administrada a diferentes niveles de ingesta calórica o después de haber reducido lenta o rápidamente la ingesta de proteína.

De acuerdo a los resultados, los valores del nitrógeno urinario endógeno alcanzaron niveles diferentes, dependiendo de los tratamientos utilizados con el fin de obtener dichos valores. Mucho menos variable fue la excreción de nitrógeno endógeno fecal. Las condiciones de depleción que indujeron mayores valores de nitrógeno urinario endógeno fueron: primero, cuando la dieta apteínica se ofreció a un nivel bajo de ingesta calórica, y segundo, cuando la misma dieta fue administrada inmediatamente después de haber consumido los animales un nivel relativamente alto de ingesta proteínica. Los valores más bajos fueron observados al reducir lentamente la ingesta de proteína antes de que los perros se alimentaran con la dieta libre de proteínas. Los resultados también indican que a partir del décimo día de iniciada la administración de la dieta apteínica, las excreciones de nitrógeno urinario principiaron a ser constantes.

---

1. Esta investigación se llevó a cabo con asistencia financiera de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América (NIH), con sede en Bethesda, Maryland (Subvención N° 5 R22 HDO3552-03).

2. Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

3. Científicos de la citada División.

Publicación INCAP E-591.

Recibido: 16-1-1972.

Los hallazgos tienen implicación cuando se desea evaluar el valor nutritivo de las proteínas por medio del método clásico del valor biológico. Asimismo, los datos señalan que cuando se usa este método es necesario estandarizar en la mejor forma posible, no sólo a los sujetos sino también las propias condiciones experimentales.

## INTRODUCCION

Es un hecho claramente establecido que el organismo cuenta con tres rutas principales de pérdida obligatoria de nitrógeno. Estas son: orina, heces y piel, siendo las pérdidas por la orina las más importantes en términos cuantitativos. Se reconoce también que el organismo es capaz de ajustar las pérdidas de nitrógeno en la orina según las cantidades que del mismo se ingieren. Si se trata de un organismo joven, diferentes ingestas por encima de los requerimientos mínimos de mantenimiento dan niveles positivos de retención de nitrógeno también diferentes, y si el organismo es adulto, éste estará en equilibrio. Sin embargo, existe un nivel crítico de ingesta al cual el organismo no puede ajustar sus pérdidas urinarias, sufriendo así pérdidas continuas del nitrógeno que obtiene de varios tejidos corporales. El problema estriba en determinar ese punto crítico diferencial, el cual puede ser afectado por el estado nutricional del animal en lo que a proteína se refiere, así como por la calidad de esta última, por la ingesta de calorías, y por la velocidad de depleción.

Un gran número de investigadores ha tratado de definir ese punto crítico, alimentando a los sujetos experimentales con dietas libres de nitrógeno pero con ingestas calóricas adecuadas, y midiendo el nivel mínimo al cual se estabiliza la excreción de nitrógeno en la orina. La respuesta a este tratamiento se traduce en una curva que desciende rápidamente y luego se mantiene relativamente estable (1, 2). El presente estudio se llevó a cabo, primero, con el fin de determinar si esa curva de excreción es semejante para varios tratamientos nutricionales durante la fase de depleción, y segundo, para establecer si los valores finales del nitrógeno excretado son iguales para los diversos tratamientos sometidos a estudio, o si dichos valores difieren entre sí.

## MATERIALES Y METODOS

Es estudio consistió de seis experimentos, los que se llevaron a cabo en perros de un año de edad. En el primero se emplearon 12 perros, 6 de los cuales fueron alimentados con una proteína de origen vegetal y los otros 6 con una proteína de origen animal. La ingesta proteínica se redujo lentamente en estos animales hasta llegar a cero, pero la de calorías se mantuvo a 168 por kilogramo de peso corporal, por día, administrándoseles la dieta descrita en el Cuadro No. 1. Este estudio se clasifica como de depleción lenta, con ingesta calórica alta.

CUADRO N° 1  
COMPOSICION DE LA DIETA APROTEINICA

Ingredientes	%
Aceite vegetal hidrogenado	16.0
Minerales*	4.0
Celulosa	3.0
Azúcar	15.0
Dextrina	61.8
Vitaminas**	0.2
Total	100.0

\* Minerales Hegsted. Nutritional Biochemicals Corporation. Cleveland, Ohio. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.

\*\* Vitaminas del complejo B (8) + 1,000 U.I. de vitamina A, 200 U.I. de vitamina D3 + 0.5 U.I. de vitamina E/100g de dieta.

En el segundo experimento se utilizaron 14 perros, todos los cuales recibieron una dieta de caseína, seguida de inmediato por la dieta libre de nitrógeno. En este caso la ingesta de calorías también fue de 168/kg/día.

El tercero y cuarto experimentos incluyeron 7 perros cada uno. Estos fueron alimentados con una dieta de caseína, trans-

firiéndoseles de inmediato a la dieta libre de nitrógeno. En el tercer experimento la ingesta calórica fue de 120/kg/día, mientras que en el cuarto ensayo, ésta se redujo a la mitad, o sea a 60 calorías/kg/día.

En el quinto estudio se utilizaron 7 perros de 7 meses de edad que estaban recibiendo 4 g de proteína/kg/día (caseína) antes de la depleción, y 130 calorías/kg/día. Esta ingesta calórica se mantuvo durante la depleción proteínica, la cual cubrió un período de 16 días.

El sexto y último experimento se realizó con 5 perros de 7 meses de edad que, después de estar recibiendo 4.5 g de proteína/kg/día y 130 Kcal/kg de peso diariamente, fueron alimentados con una dieta apteínica por 32 días, manteniendo la ingesta de calorías constante. Durante el período de depleción se les extrajo una muestra de sangre cada 4 días para determinación de proteínas séricas totales y albúmina.

En todos los estudios, mientras se les administraba la dieta con proteína, la orina fue recolectada cada cuatro días; sin embargo, ésta se colectó diariamente durante la fase de alimentación con la dieta sin nitrógeno. Los animales fueron pesados cada 4 días a fin de ajustar las ingestas por kilogramo de peso corporal. Luego se midió el volumen de la orina procediéndose a determinar su contenido de nitrógeno por el método clásico de Kjeldhal (3).

La alimentación con la dieta libre de nitrógeno abarcó un total de 12 días en todos los experimentos, salvo en los ensayos No. 5 y No. 6 en los que la depleción cubrió 16 y 32 días, respectivamente.

## RESULTADOS

Los hallazgos del primer experimento se dan a conocer en el Cuadro No. 2. Según se observa, para los dos tipos de proteína la menor ingesta de nitrógeno se tradujo en una menor excreción de nitrógeno en la orina; la reducción fue lenta en ambos casos.

▪ Las diferencias en cuanto a nitrógeno urinario fueron similares aún al ser alimentados los animales con la dieta sin nitrógeno. Durante los últimos 12 días los valores fueron prácticamente iguales, tanto dentro de cada grupo como entre un grupo y otro.

**CUADRO N° 2**  
**DEPLECION PROTEINICA LENTA CON INGESTA ADECUADA DE CALORIAS**  
**(168 cal/kg/día)**

Días	Proteína vegetal			Peso kg	Proteína animal			Peso kg
	NI	NF	NU		NI	NF	NU	
	mg/kg/día				mg/kg/día			
4	625	65	231	7,555	633	115	257	8,056
8	559	62	183	8,087	576	99	216	8,418
12	453	63	178	8,529	469	97	210	8,726
16	333	65	144	8,737	317	80	144	9,027
20	241	50	133	8,913	255	53	158	9,346
24	122	43	117	9,049	155	66	111	9,493
28	61	33	79	8,940	68	40	88	9,683
32	0	--	68	-----	0	--	69	-----
33	0	--	58	-----	0	--	62	-----
34	0	--	58	-----	0	--	62	-----
35	0	23	62	8,773	0	32	68	9,181
36	0	--	65	-----	0	--	65	-----
37	0	--	66	-----	0	--	68	-----
38	0	--	67	-----	0	--	64	-----
39	0	27	68	8,605	0	32	66	9,043
40	0	--	63	-----	0	--	60	-----
41	0	--	69	-----	0	--	64	-----
42	0	--	69	-----	0	--	69	-----
43	0	20	66	8,408	0	30	63	8,879

NI = Nitrógeno Ingerido; NF = Nitrógeno Fecal; NU = Nitrógeno Urinario.

## CUADRO N° 3

DEPLECION PROTEINICA RAPIDA CON INGESTA CALORICA ALTA  
(168 cal/kg/día)

Días	Nitrógeno			Peso kg
	I	F	U	
	mg/kg/día			
4	615	41	181	11,433
8	571	41	198	11,673
9	0	-	139	-----
10	0	-	126	-----
11	0	-	126	-----
12	0	30	105	11,649
13	0	-	128	-----
14	0	-	119	-----
15	0	-	114	-----
16	0	38	123	11,383
17	0	-	107	-----
20	0	-	122	-----
21	0	-	93	-----
22	0	31	96	11,181

Los perros aumentaron de peso durante la alimentación con nitrógeno al proporcionárseles éste hasta en ingestas que fluctuaban entre 90 y 98/kg/día; luego perdieron peso constantemente en el transcurso de los últimos 16 días del experimento.

Los resultados del segundo estudio constan en el Cuadro No. 3. En este caso la eliminación del nitrógeno de la dieta acusó un descenso brusco de nitrógeno en la orina durante el primer día de depleción, pero las pérdidas fueron aminorando conforme el tratamiento avanzaba. Al término de 12 días las excreciones sobrepasaban las del primer experimento.

En lo que respecta al tercer experimento, los resultados obtenidos se describen en el Cuadro No. 4. En este caso, es decir, con más limitaciones calóricas que en el ensayo ante-

**CUADRO N° 4**  
**DEPLECION PROTEINICA RAPIDA CON INGESTA CALORICA**  
**INTERMEDIA**  
**(120 cal/kg/día)**

Días	Nitrógeno			Peso kg
	I	F	U	
	mg/kg/día			
4	662	50	272	13,088
8	683	62	274	13,375
9	0	--	201	-----
10	0	--	140	-----
11	0	--	132	-----
12	0	38	137	13,391
13	0	--	98	-----
14	0	--	111	-----
15	0	--	100	-----
16	0	34	87	13,155
17	0	--	87	-----
18	0	--	104	-----
19	0	--	84	-----
20	0	29	94	13,015

rior, las mayores pérdidas de nitrógeno se suscitaron durante los dos primeros días de depleción. No obstante, al cabo de 12 días los valores eran similares a los observados en el segundo experimento. Los hallazgos también indican menos estabilidad, puesto que se constató mayor variabilidad entre los 12 días de depleción. Con la dieta sin nitrógeno las pérdidas ponderales se notaron ya al cuarto día de alimentación, en contraposición a lo que se observó en los primeros dos experimentos. Esto podría deberse a una retención temporal de agua, aunque en realidad, el aumento ponderal, comparado con el peso promedio anterior, es pequeño.

El Cuadro No. 5 muestra la información obtenida en el cuarto ensayo, en el que la ingesta de calorías se redujo signi-

ficativamente. En este caso, el peso de los animales disminuyó desde un principio, y las pérdidas de nitrógeno en la orina fueron relativamente altas durante la alimentación con la dieta sin nitrógeno. Al finalizar el tratamiento los valores urinarios fueron los más altos de los cuatro primeros experimentos. Como lo evidencia el Cuadro No. 6, en el quinto estudio se obtuvo una respuesta similar. A pesar de ello, la cantidad de nitrógeno urinario excretado al iniciarse la alimentación con la dieta sin proteína no fue tan apreciable como en los casos anteriores.

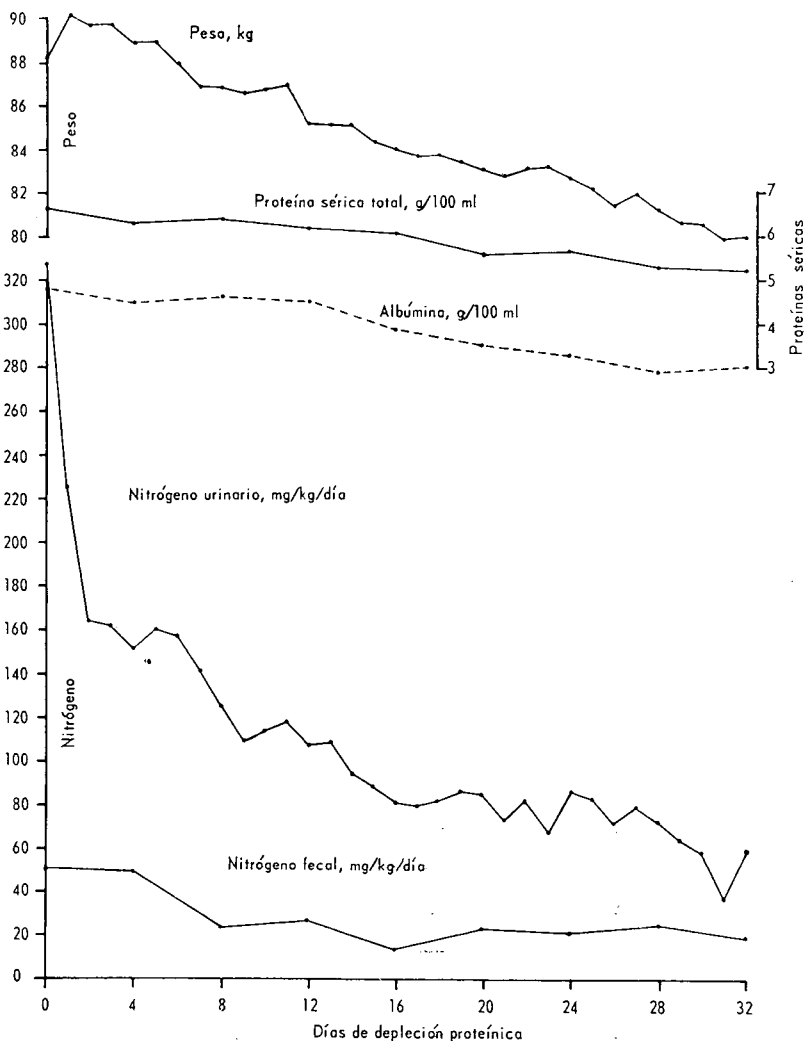
**CUADRO N° 5**  
**DEPLECION PROTEINICA RAPIDA CON INGESTA CALORICA**  
**INADECUADA**  
**(60 cal/kg/día)**

Días	Nitrógeno			Peso kg
	I	F	U	
	mg/kg/día			
4	199	31	467	12,919
8	201	43	502	12,894
9	0	--	270	-----
10	0	--	205	-----
11	0	--	211	-----
12	0	29	184	12,689
13	0	--	169	-----
14	0	--	153	-----
15	0	--	149	-----
16	0	23	121	12,307
17	0	--	103	-----
18	0	--	114	-----
19	0	--	113	-----
20	0	24	112	12,060

**CUADRO N° 6**  
**DEPLECION PROTEINICA RAPIDA CON UNA INGESTA CALORICA DE**  
**130/KG/DIA**

Días	Nitrógeno			Peso Kg
	I	F mg/kg/día	U	
0	600*	129	218	6,115
1	0	---	123	6,162
2	0	---	98	6,131
3	0	---	107	6,113
4	0	42	99	6,113
5	0	---	105	6,075
6	0	---	99	* 6,032
7	0	---	98	6,057
8	0	36	116	6,025
9	0	---	115	6,048
10	0	---	108	6,050
11	0	---	106	6,017
12	0	35	103	6,052
13	0	---	99	6,066
14	0	---	98	6,027
15	0	---	93	6,001
16	0	34	81	5,977

\* Dieta previa a la dieta aprotéinica: Mezcla Vegetal INCAP N° 9.



Incop 72-22

**Figura 1.**—Cambios en peso, excreción urinaria y fecal, proteína sérica total y albúmina de perros alimentados con dietas apoteínicas - Promedio de 3 perros.

La Fig. 1 resume los datos correspondientes al sexto y último estudio. Debido a que el comportamiento de los perros varió con la dieta, únicamente se presentan los promedios correspondientes a 3 perros que aparentemente mostraron la

misma tendencia, mientras que en el Cuadro No. 7 se exponen los de 2 animales cuyo comportamiento fue igual, pero el cual difirió de los otros tres. En ambos casos se muestran también los valores séricos de proteína total y albúmina. En el subgrupo de 3 perros se observó un descenso brusco en excreción urinaria así como en proteína sérica total y albúmina, con incrementos en el tiempo de depleción, lo que no sucedió con el subgrupo de 2 perros. En estos últimos las proteínas séricas totales y el nitrógeno urinario aumentaron. Uno de ellos murió a los 28 días de iniciado el ensayo.

El Cuadro No. 8 resume los datos resultantes de los seis experimentos, y en él se detallan los valores de nitrógeno endógeno fecal y urinario correspondientes a cada serie de pruebas.

**CUADRO N° 7**  
**CAMBIOS EN PESO, EXCRECION FECAL Y URINARIA, PROTEINAS SERICAS TOTALES Y ALBUMINA DE DOS PERROS ALIMENTADOS CON LA DIETA APROTEINICA**

Días	Peso kg	Nitrógeno			Proteínas séricas	
		I	F	U	Totales	Albumina
		mg/kg/día			g/100 ml	
Antes	7.72	712	55	331	6.4	5.4
1	7.96	---	--	221		
2	7.77	---	--	180		
3	7.71	---	--	188		
4	7.57	---	33	158	6.1	4.8
5	7.52	---	--	134		
6	7.42	---	--	132		
7	7.33	---	--	159		
8	7.23	---	13	122	6.5	4.9
9	7.13	---	--	103		
10	7.04	---	--	150		
11	6.91	---	--	146		
12	6.76	---	12	168	5.7	5.0
13	6.69	---	--	132		
14	6.59	---	--	136		
15	6.57	---	--	112		
16	6.44	---	10	116	6.6	5.1
17	6.39	---	--	78		
18	6.34	---	--	150		
19	6.30	---	--	146		
20	6.22	---	12	200	6.5	4.9
21	6.13	---	--	185		
22	6.07	---	--	229		
23	5.98	---	--	199		
24	5.90	---	20	187	6.5	4.6
25	5.84	---	--	189		
26	5.77	---	--	236		
27	5.66	---	--	223		
28	5.57	---	23	221	6.7	4.7
29	5.58	---	--	175		
30	5.57	---	--	113		
31	6.32*	---	--	85*		
32	6.19*	---	20*	86*	5.4*	4.1*

\* Solo un perro.

CUADRO Nº 8

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS SEIS EXPERIMENTOS QUE INCLUYÓ EL ESTUDIO

Experimento No.	Proteína previo a la depleción	Ingesta		Peso perdido g	Orina $\sum EN^2$ mg/kg	Nitrógeno endógeno	
		Nitrógeno mg/kg/dfa <sup>1</sup>	Calorías <sup>1</sup> kg/dfa			Fecal	Urinario
						mg/kg/dfa	
1	Soya	61	168	532	779	20	66
1A	Carne	68	168	804	780	30	63
2	Caseína	571	160	492	1,398	31	96
3	Caseína	683	120	360	1,375	29	94
4	Caseína	200	60	834	1,904	24	112
5	Soya + maíz	600	130	138	1,277	34	81

1. Previo a la alimentación de los perros con la dieta aprotéica.

2. Acumulado.

## DISCUSION

Los hallazgos del estudio de que aquí se informa señalan que el nitrógeno urinario endógeno puede alcanzar niveles diferentes, dependiendo de los tratamientos usados para obtener dichos valores. Por ejemplo, las cifras más bajas se obtienen cuando la depleción de nitrógeno del animal se efectúa reduciendo lentamente su ingesta proteínica, es decir, aumentando el tiempo de depleción antes de administrarle las dietas libres de nitrógeno. En esta situación el cambio de una dieta con pequeñas cantidades de nitrógeno, a otra libre de él, no induce alteración alguna en el nitrógeno urinario. Esto ocurre así independientemente de la clase de proteína que el animal reciba previo a ser alimentado con la dieta sin nitrógeno.

Según el método clásico de determinación de valor biológico de las proteínas, los animales se someten a una dieta libre de nitrógeno por un período de 7 días aproximadamente, para obtener los valores de nitrógeno endógeno fecal y urinario. Los resultados del presente estudio indican que para obtener cifras adecuadas de nitrógeno endógeno es necesario aumentar el tiempo que el animal se somete a la dieta libre de nitrógeno; de lo contrario, se sobreestima el valor biológico de las proteínas.

Sin embargo, la situación descrita en el párrafo anterior no ocurre cuando la transferencia de la alimentación del animal —de una dieta con niveles altos de nitrógeno a otro sin él— es inmediata. En situaciones de esta índole se nota que en los primeros días la orina contiene niveles altos de nitrógeno, disminuyendo la cantidad a medida que el tiempo de alimentación con las dietas libres de nitrógeno aumenta. Esta observación es aplicable aún en los casos en que el nivel de ingesta calórica es relativamente bajo. No obstante, en esta última instancia las pérdidas de nitrógeno en la orina son todavía mayores que cuando la ingesta de calorías es adecuada. Por consiguiente, en situaciones de esta naturaleza, se considera que para obtener valores endógenos de nitrógeno en orina y heces, es recomendable usar los valores obtenidos a los 10 días de administrar la dieta aprotéinica.

Los datos sobre excreción de nitrógeno correspondientes al primer día de administración de la dieta aprotéinica, sugieren que dicha excreción podría ser un método útil para estimar el

nivel de ingesta proteínica del animal. Esto permitiría determinar su estado nutricional con respecto a la proteína, ya que mientras mayor es la ingesta —antes de administrar la dieta libre de nitrógeno— mayor es la cantidad de nitrógeno urinario colectada durante las 24 horas siguientes.

Con ingestas calóricas reducidas, aún después de 12 días de mantener a los perros con una dieta libre de nitrógeno, el nitrógeno endógeno urinario es más elevado que en cualesquiera otros de los diseños experimentales usados en este trabajo. Este no es un hallazgo sorprendente, ya que no teniendo una ingesta calórica adecuada, el animal cataboliza proteína como fuente de calorías, excretando así mayores cantidades de nitrógeno (4-6).

En otras situaciones el perro aparentemente trata de conservar el nitrógeno, a juzgar por el aumento en proteínas séricas y albúmina. No obstante, estos animales se caracterizan por excretar grandes cantidades de nitrógeno por la orina, lo que precisamente causó la muerte de uno de ellos. El aumento en proteínas séricas podría deberse también a hemoconcentración, por alteraciones del equilibrio hidroeléctrico.

En el caso del nitrógeno endógeno fecal, la excreción es relativamente constante, independiente del sistema utilizado, ya sea el de cambio lento o rápido, y ajeno al nivel de ingesta calórica. En contraposición a lo que era de esperar, el nitrógeno endógeno fecal de los perros alimentados con proteína de soya fue menor del que acusaron cuando la proteína administrada previo a la dieta sin nitrógeno fue caseína.

Las pérdidas de peso que se suscitaron durante la depleción proteínica, desde el inicio del ofrecimiento de la dieta sin nitrógeno hasta el decimosegundo día, fueron esencialmente parecidas. Estas pérdidas fueron más o menos de 4%, exceptuando el grupo de perros cuya ingesta de calorías fue muy reducida.

La suma del nitrógeno en la orina durante la alimentación con la dieta sin nitrógeno rindió valores que correlacionan bastante bien con las pérdidas de nitrógeno equivalentes a los cambios en peso observados.

A partir de los valores obtenidos durante la administración de la dieta apteínica en cada tratamiento, puede sugerirse que el verdadero nitrógeno urinario endógeno es el que se obtiene con la depleción lenta, ya que muestra menos variación

y rinde los valores más bajos. Es posible que éstos pudieran obtenerse también aplicando los otros sistemas, pero en este caso el tiempo del tratamiento tendría que prolongarse.

La información aquí presentada se considera también de particular interés para la estimación de requerimientos proteínicos cuando para este propósito se utiliza el sistema factorial (2).

#### SUMMARY

Urinary nitrogen of adult dogs fed a protein-free diet at various dietary levels of caloric intake

A total of six experiments were carried out with adult dogs to measure minimal urinary nitrogen excretions when fed a protein-free diet. Depletion was obtained when feeding the protein-free diet immediately after ending the protein-feeding phase or after decreasing protein intake from high to low levels and at various levels of caloric intake.

Minimal nitrogen excretion values varied according to the treatment applied during depletion. Fecal endogenous nitrogen was significantly less variable.

Depletion treatments giving high values for endogenous urinary nitrogen were: first, when the nitrogen-free diet was offered with a low intake of calories, and second, when the nitrogen-free diet was fed immediately after high levels of protein intake had been administered. Low endogenous nitrogen excretion values were obtained when protein intake previous to the feeding of the nitrogen-free diet was slowly decreased to low levels. The results also indicate that no change in nitrogen excretion values is obtained after about 10 days of protein deprivation.

These results are of interest when the quality of proteins is assessed by the classical biological value method. Likewise, they are of interest when estimating protein requirements using the factorial approach.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Allison, J. B. & R. W. Wannemacher, Jr. Repletion of depleted protein reserves in animals. En: *Amino Acid Malnutrition*. W. H. Cole (Ed). New Brunswick, N. J., Rutgers University Press, 1957, p. 1-13.
- (2) Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group Published jointly by FAO and WHO. Rome, FAO, 1965, 71 p. (FAO Nutrition Meetings Report Series N° 37. WHO Technical Report Series N° 301).
- (3) Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 9th ed. Washington, D.C., The Association, 1960, 832 p.
- (4) Allison, J. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Revs.*, 35: 664-700, 1955.
- (5) Vaughan, O. W., L. J. Filer, Jr. & H. Churella. Influence of prior

dietary protein levels on resistance to the stress of protein depletion. *Pediatrics*, 29: 90-96, 1962.

- (6) Allison, J. B. & J. A. Anderson. The relation between absorbed nitrogen balance, and biological value of proteins in adult dogs. *J. Nutrition*, 29: 413-420, 1945.

# **Síntomas de toxicidad de selenio orgánico en ratas**

**WERNER G. JAFFÉ y MARIA CRISTINA DE MONDRAGON**  
División de Investigaciones, Instituto Nacional de Nutrición

**MIGUEL LAYRISSE y ADELAIDA OJEDA**  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas-Venezuela.

## **RESUMEN**

Se estudian los síntomas de toxicidad en ratas alimentadas con dietas elaboradas con torta de ajonjolí de variado contenido de selenio.

En el primer experimento se sometieron ratas a dietas de 10, 4.5 y de 0.5 ppm de selenio y se sacrificaron a diferentes tiempos de ensayo para estudiar los cambios progresivos en valores sanguíneos. Se observó un descenso en hemoglobina, hematocrito, fibrinógeno y actividad protrombínica en las ratas que recibieron las dietas con 4.5 y 10 ppm de selenio. Este descenso era más marcado en las últimas.

En ratas alimentadas con una dieta de 10 ppm de selenio orgánico se observó disminución del crecimiento, alta incidencia de lesiones hepáticas y de hiperplasia del bazo, valores bajos de hemoglobina y hematocrito, disminución de la actividad protrombínica, reducción del fibrinógeno y valores normales de uroporfirina y coproporfirina urinaria.

La incidencia de síntomas patológicos era mayor en ratas alimentadas con una dieta normal en proteína (18%) comparados con los que presentaron los animales que recibieron una dieta alta en proteínas (26%) o que estaban adaptados por haber sido criados con una dieta de 4.5 ppm de selenio.

En otro ensayo sobre los aspectos hematológicos se observó una reticulocitosis moderada y tiempo de supervivencia de los eritrocitos reducido en las ratas que recibieron la dieta de 10 ppm de selenio por 7 semanas.

## **INTRODUCCION**

La toxicidad de alimentos naturales a causa de su alto contenido en selenio se puso de manifiesto por la aparición de ciertos signos patológicos y de alta mortalidad en ganado que

pastoreaba en zonas seleníferas. La patología de los trastornos ocasionados por la ingestión de productos seleníferos por el ganado, a saber "alcali disease" y "blind staggers" ha sido estudiada extensamente (1). Sin embargo, sobre los posibles efectos patológicos producidos por la continua ingestión de alimentos con cantidades elevadas de selenio en humanos se conoce muy poco y mucho menos sobre la relación entre estos efectos y factores como la cantidad de selenio ingerido, calidad de la dieta, adaptación a la ingesta de selenio, etc.

Conocida es la presencia de cantidades elevadas de selenio en muchos alimentos venezolanos (2) y más recientemente en la orina de personas residenciadas en algunas zonas del país (3), lo que deja prever la posibilidad de la existencia de casos de intoxicación crónica (4).

El presente trabajo tiene por objeto estudiar en ratas algunos aspectos de la sintomatología de la intoxicación por selenio con la finalidad de que los resultados pudieran orientarnos en la búsqueda de síntomas similares en humanos residenciados en zonas seleníferas.

## MATERIAL Y METODOS

Las ratas usadas provenían de la cría de este laboratorio descendientes de la raza "Sprague Dawley". Previamente a la iniciación de los experimentos se alimentaron con una dieta comercial<sup>1</sup>. En cada lote de este producto se determinó selenio, usándose solamente los lotes con un contenido menor de 1ppm. En todos los experimentos se usó igual número de animales machos y hembras de 4 semanas de edad y de  $50 \pm 10$  g de peso inicial. Se mantuvieron en jaulas individuales con fondo de tela metálica, ofreciendo comida y agua "ad libitum".

El primer experimento se efectuó con un total de 110 animales de nuestra colonia los cuales a la edad de 4 semanas se pasaron a las dietas experimentales que contenían 4.5 y 10 ppm de selenio, suplementadas con lisina y se sacrificaron al cabo de los períodos de tiempo señalados en el Gráfico No. 1. Las determinaciones de hemoglobina, hematocrito, fibrinógeno y actividad protrombínica se valoraron en sangre obtenida por punción cardíaca "post mortem". Las desviaciones seña-

1. "Ratarina" alimento comercial para ratas de laboratorio. Protinal, C. A. Valencia, Venezuela.

ladas en dicho gráfico corresponden a los errores estandar de cada promedio.

El segundo experimento se realizó con 60 ratas de 4 semanas de edad. Los animales de los Grupos 1-4 consumieron desde su nacimiento hasta el momento de ser tomados para el ensayo, un alimento comercial<sup>1</sup> mientras que aquellos utilizados en el grupo experimental No. 5 se habían gestado y luego fueron criados durante las 4 semanas previas con la dieta No. 834 (Tabla 1) de 4.5 ppm de selenio. De 3-5 días antes de terminar el experimento, se colocaron en jaulas metabólicas por un lapso de 24 horas, con el fin de determinar sopro-y uroporfirinas en las muestras de orina recolectadas, utilizando el método descrito por Natelson (5).

TABLA 1  
COMPOSICION DE DIETAS EXPERIMENTALES

	D i e t a No.				
	834	856	868	897	910
Ajonjolif sele- nifero	g 230.8 (Lote 596)	g	g 606.1 (Lote 308)	g 490.2 (Lote 596)	g 490.2 (Lote 596)
Ajonjolif libre de selenio	270.4 (Lote 249)	463.3 (Lote 249)	-	-	-
L-lisina HCl	4.0	4.0	4.0	4.0	-
Sales USP XVI	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Aceite de maíz	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Aceite de hígado de bacalao	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Vitaminas (22)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Almidón	384.8	422.7	279.9	395.8	399.8
Nivel de Selenio	4.5 ppm	0.5 ppm	10 ppm	10 ppm	10 ppm
Nivel de proteína	18.0 %	18 %	26 %	18 %	18 %

Los animales se sacrificaron con cloroformo e inmediatamente se obtuvo sangre por punción cardíaca, se sacaron y se pesaron bazo e hígado. Este último se secó a 80°C durante 24 horas para el análisis del selenio, para el cual se usó el método de Cummings et al (6) modificado por nosotros (3). Finalmente se procedió a la determinación del agua del carcas por desecación del animal a 80°C durante 24 horas.

Para la determinación de hemoglobina se aplicó el método de la cianometahemoglobina (7), para el hematocrito el método de centrifugación en tubos capilares (5), para el tiempo de protrombina se usó el juego DADE-B-4210-2, según la técnica de A. J. Quick (8) y el fibrinógeno se analizó por la reacción de biuret (5).

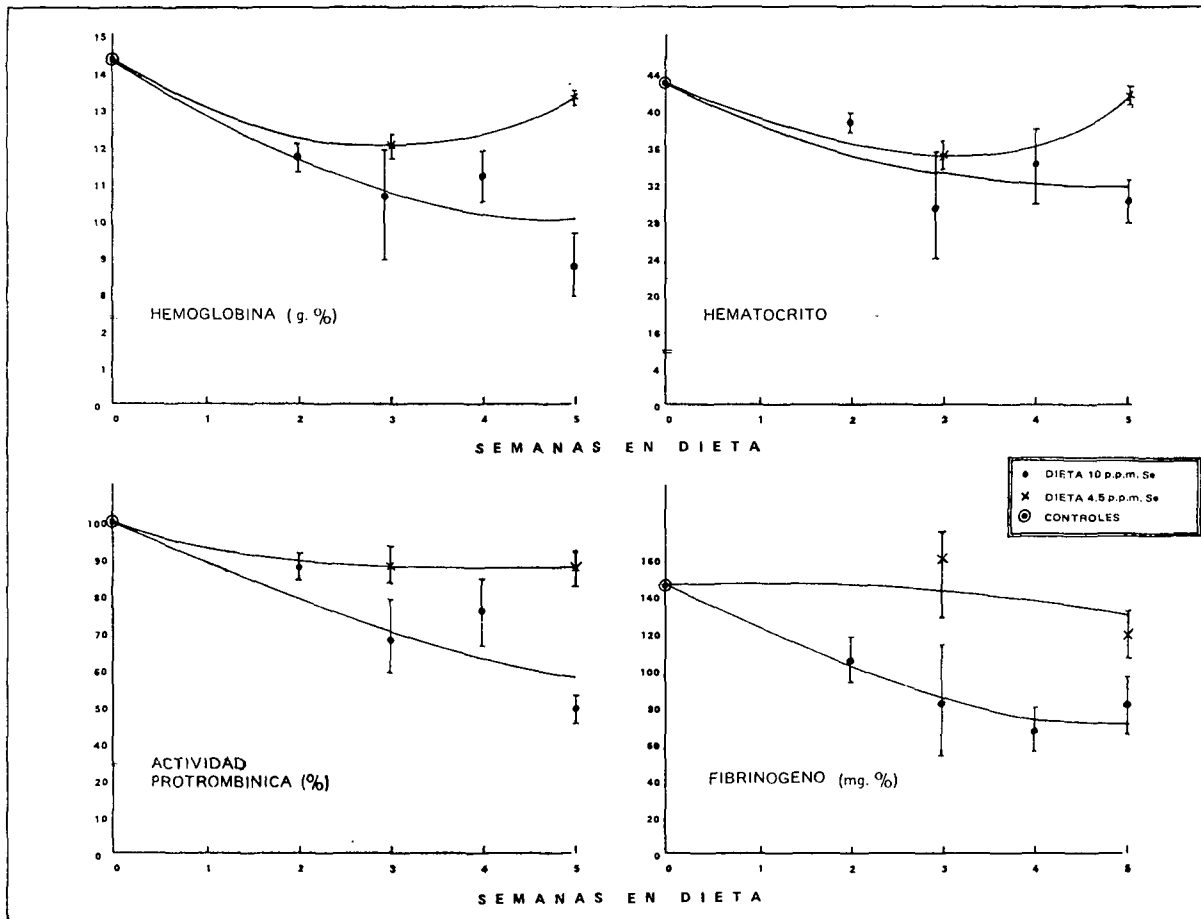
En un tercer experimento se efectuaron determinaciones de fosfatasa alcalina y de las transaminasas glutámico-oxalacética y glutámico-pirúvica en sueros de ratas alimentadas con las dietas seleníferas.

Las determinaciones de fosfatasa alcalina se realizaron con el juego de reactivos Sigma (9) y las de las transaminasas con juego de reactivos DADE (10) utilizando la metodología correspondiente.

Con el objeto ahondar sobre los mecanismos que intervienen en la producción de la anemia en las ratas que consumían dietas seleníferas, se determinó en otro grupo, además de la concentración de hemoglobina, el número de reticulocitos en la sangre periférica, la concentración del hierro en el suero por el método de Bothwell y Mallet (11), la capacidad total de saturación de transferrina (12) y la concentración de vitamina B<sub>12</sub> en el suero (13). Las últimas cuatro determinaciones se efectuaron de "pools" de suero de 3-4 ratas. La sobrevida de los glóbulos rojos fue medida inyectando en la vena dorsal de la cola di-iso-propil-fluor-fosfonato (32P). Se comenzó a tomar las muestras de sangre dos días después de la inyección y se continuó dos veces semanal hasta completar 22 días. Detalles en la preparación del lisado de glóbulos rojos para contar 32P pueden ser revisados en el artículo de Layrisse y col. (14). Al final del experimento se sacrificaron los animales y se tomó médula ósea del esternón para estudio morfológico.

Como fuente de selenio se utilizaron tortas industriales de ajonjolí. La composición de las dietas experimentales se presenta en la Tabla 1. Para obtener el nivel deseado de selenio se mezclaron cantidades apropiadas de dos lotes de harina de ajonjolí uno de los cuales tenía 18 ppm de este elemento y la otra menos de 1 ppm.

GRAFICO Nº 1



## RESULTADOS

Los resultados del primer experimento se presentan en la Gráfica No. 1. En los animales alimentados con la dieta a un nivel de 4.5 ppm de selenio se encontraron valores sanguíneos de hemoglobina, hematocrito, actividad protrombínica y fibrinógeno más bajos que en los controles. Las diferencias eran siempre significativas a excepción del fibrinógeno a la tercera semana en dieta, el cual presentaba un promedio más bajo que en el grupo control pero que no era estadísticamente significativo.

El grupo de ratas alimentadas con la dieta de 10 ppm de selenio mostraba valores de hemoglobina y hematocrito reducidos de manera muy significativa. Las diferencias en la actividad protrombínica y en el contenido de fibrinógeno entre estas ratas y las de los controles eran mucho más pronunciadas y persistentes.

Para el segundo experimento se escogió el nivel de 10 ppm de selenio en la dieta para el estudio del efecto de la calidad y cantidad de la proteína dietética y de la adaptación de los animales a la ingesta de selenio. La duración de este experimento fue de 6 semanas. Además de los parámetros determinados anteriormente, se efectuaron determinaciones de porfirinas en la orina de estos animales así como también las medidas correspondientes al peso relativo del bazo, agua en el carcás, lesiones hepáticas macroscópicas y nivel hepático de selenio.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos. Los valores observados en las ratas del Grupo No. 1 que se alimentaron con la dieta control elaborada con harina de ajonjolí desgrasado, de menos de 1 ppm de selenio, sirvieron de referencia. En comparación con estos valores se observa que los animales de los Grupos No. 2 y No. 3, alimentados con las dietas a un nivel de 18% de proteína con o sin suplemento de lisina respectivamente, mostraron diferencias significativas con respecto a los controles en todos los signos estudiados menos la cantidad de uro- y copro-porfirinas en la orina. Se observó una reducción estadísticamente significativa en la velocidad de crecimiento, concentración de hemoglobina, valor de hematocrito, contenido de fibrinógeno y en la actividad protrombínica sanguínea y un aumento en la tasa de mortalidad,

lesiones hepáticas macroscópicas, cantidad de agua en el carcas, peso relativo del bazo y en el contenido de selenio en el hígado. No se observaron diferencias de importancia entre los dos grupos que recibieron las dietas con o sin un suplemento de lisina respectivamente.

Los animales del Grupo No. 4, que se alimentaron con una dieta del mismo contenido en selenio, pero con 26% de proteína de ajonjolí, presentaron signos de toxicidad del selenio menos acentuados que los grupos anteriores. La disminución de la actividad protrombínica sanguínea, así como la depresión del crecimiento, la incidencia de lesiones hepáticas, el aumento del peso relativo del bazo y de la cantidad de agua en el carcas, eran menores si se comparan con las ratas alimentadas con las dietas de 18% de proteínas, siendo el valor de hematocrito significativamente mayor que en el grupo control.

La última serie experimental, Grupo No. 5, estaba compuesta de animales que fueron criados con una dieta de 4.5 ppm de selenio y cuyas madres habían ingerido esta misma dieta desde antes de la concepción y después del nacimiento de las crías hasta que una vez destetadas, estas se pasaron a la dieta de 10 ppm de selenio y 18% de proteínas. La incidencia de síntomas de intoxicación era intermedia. El porcentaje de agua en el carcas, crecimiento, y los valores de hematocrito y fibrinógeno no se distinguían significativamente del grupo control. La actividad protrombínica disminuída, el alto número de animales con lesiones hepáticas y el aumento en el peso del bazo demostraron la existencia de una acción tóxica. El nivel del selenio hepático era prácticamente igual en las ratas de todos estos grupos experimentales.

Para las cifras promedio señaladas en la Tabla 2 referente al Grupo No. 5, no se tomaron en cuenta dos animales que murieron al cabo de 22 y 28 días con síntomas de ascitis hemorrágica, hipertrofia del bazo y necrosis hepática y otro que se sacrificó a los 40 días con ascitis, necrosis y valores muy anormales para todos los síntomas estudiados menos los de las porfirinas urinarias, a saber: aumento de peso 63 g, agua en el carcas 72.8%, relación bazo/cuerpo 2.34 g %, hemoglobina 2.70 g %, hematocrito 15.0, actividad protrombínica 47% y fibrinógeno 26.9 mg %.

Un animal del Grupo No. 2 se murió y tres se sacrificaron en condiciones moribundas, en estos últimos se efectuaron de-

**TABLA 2**  
**SINTOMAS PATOLOGICOS EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS SELENIFERAS**

Grupo	Dieta	Condición experimental	Sobrevivientes 6 sem.	Hemoglobina g %	Hematocrito	Fibrinógeno mg %	Actividad protrombinica	Animales con lesiones hepáticas macroscópicas	Agua en carcás	Peso bazo g / 100 gr peso rata	Copropropirina Unidades arbitrarias	Uroporfirinas	Selenio en hígado mcg / g	Aumento de peso g/42 días
1	856	Sin Selenio 18 % proteína	12/12	14.7±0.21	43.9±0.61	166.4±7.8	96.3±0.05	0/12	67.1±0.30	0.207±0.01	38.6±2.1	42.3±3.2	0.72±0.14	156.8±7.2
2	897	10 ppm Selenio 18% proteína	8/12	12.3±0.35 <sup>3/</sup>	40.8±0.82 <sup>3/</sup>	65.5±7.8 <sup>3/</sup>	71.3±7.66 <sup>3/</sup>	10/12	70.6±0.67 <sup>3/</sup>	0.544±0.09 <sup>3/</sup>	31.8±2.9	25.4±3.8	7.34±0.97 <sup>3/</sup>	61.2±7.43 <sup>3/</sup>
3	910	10 ppm Selenio 18% proteína sin lisina	9/12	12.1±0.43 <sup>3/</sup>	41.2±1.29 <sup>3/</sup>	75.9±3.6 <sup>3/</sup>	62.9±5.09 <sup>3/</sup>	12/12	69.6±0.46 <sup>3/</sup>	0.547±0.07 <sup>3/</sup>	33.3±2.2	34.1±1.6	7.06±0.28 <sup>3/</sup>	71.9±6.2 <sup>3/</sup>
4	868	10 ppm Selenio 26% proteína	11/12 <sup>1/</sup>	13.8±0.30 <sup>3/</sup>	46.6±0.87	93.2±3.2 <sup>3/</sup>	84.7±4.88 <sup>3/</sup>	5/12	69.5±0.43 <sup>3/</sup>	0.390±0.04 <sup>3/</sup>	32.9±6.3	37.4±5.5	6.72±0.81 <sup>3/</sup>	85.7±9.9 <sup>2/</sup>
5	897	10 ppm Selenio 18% proteína Animales adaptados <sup>2/</sup>	9/12	13.1±0.48 <sup>3/</sup>	44.1±0.84	162.2±18.1	71.3±4.13 <sup>3/</sup>	10/12	65.9±0.86	0.514±0.06 <sup>3/</sup>	36.9±1.5	38.1±1.6	7.33±0.35 <sup>3/</sup>	131.0±8.1

<sup>1/</sup> Animal muerto a los 15 días en dieta, sin lesiones aparentes

<sup>2/</sup> Animales gestados y criados en dieta de 4.5 ppm

<sup>3/</sup> Diferencias con respecto a los controles estadísticamente significativas  $p < 0.05$

terminaciones de hemoglobina y hematocrito, encontrándose valores de 6.7, 9.4 y 7.3 g % de hemoglobina y 27, 34 y 28 de hematocrito respectivamente, los cuales no se incluyeron en los promedios.

Finalmente en el Grupo No. 3 murieron dos animales que se perdieron para los análisis y otro animal sacrificado en estado moribundo mostró valores extremos de 3.8 g % de hemoglobina, 17.5 de hematocrito, 19% de actividad protrombínica, 59 mg % de fibrinógeno, 1.41 g % de relación bazo/cuerpo y 37.0 g de aumento de peso, valores que no se tomaron en cuenta para el cálculo del promedio de ese grupo.

Es evidente que al incluir estos animales en los cálculos de los promedios, las diferencias entre los controles y los grupos experimentales hubieran resultado mayores con la excepción del grupo No. 4 alimentado con la dieta selenífera de alto contenido proteico, en el cual se excluyó un solo animal que había muerto por causas aparentemente no relacionadas con el tratamiento experimental.

La Tabla 3 muestra las características hematológicas observadas en otro grupo de ratas sometidas a la dieta No. 897 que contenía 10 ppm de selenio durante 4 y 7 semanas.

En el grupo control las cifras promedio de hemoglobina fueron de 13.3 g % y 13.7 g % a las 4 y 7 semanas en dieta respectivamente, habiendo solo un caso con cifras inferiores a 12 g; en cambio, en el grupo tratado con la dieta selenífera las cifras promedio fueron de 11.5 g % y 12.8 g % para los mismos tiempos en dieta y hubo 6 casos con cifras menores a 12 g %. Se notó que las cifras de hemoglobina en los animales que consumieron la dieta selenífera durante mayor tiempo tienden a mejorar.

La morfología de la sangre periférica muestra discreta anisocitosis pero no se vieron microcitos hipocrómicos, macrocitos ovalados, ni tampoco esferocitos. Las cifras promedio de reticulocitos fueron 4.4%. En los grupos experimentales a las 4 y 7 semanas en dieta respectivamente fueron más altos, encontrándose 3 casos con cifras mayores de 20%. La médula ósea del grupo experimental mostró hiperplasia de la serie eritroblástica; las series de granulocitosis y megacariocitos fueron normales. Las cifras de concentración de hierro y vitamina B<sub>12</sub> estuvieron dentro de los límites normales en ambos grupos.

**TABLA 3**  
**CARACTERISTICAS HEMATOLOGICAS DE RATAS ALIMENTADAS**  
**CON DIETA CONTENIENDO 10 ppm DE SELENIO**

RATAS ALIMENTADAS CON DIETA CONTROL No. 856 (0.25 ppm Selenio)							
	Peso g	Hemoglobina g %	Reticulocitosis %	Hierro sérico ug % (pool)	Transferrina saturada (pool) %	Vit. B12 g/cc (pool)	Sobrevida glob. roj. DFP32 días
Grupo A-1 4 sem. en dieta	190+12 (156-213)	13.3+0.12 (12.9-13.5)	4.4+0.83 (2.4-6.4)	183	41.7	586	-
Grupo A-2 6-7 sem. en dieta	177+16 (140-225)	13.7+0.50 (11.5-15.2)	5.5+0.85 (1.6-7.8)	156	28.6	358	40.6+1.5
RATAS ALIMENTADAS CON DIETA No. 897 (10 ppm Selenio)							
Grupo B-1 4 sem. en dieta	72+4 (64-78)	11.5+0.84 (10.5-14.0)	6.3+1.22 (3.0-8.8)	177	37.4	487	-
Grupo B-2 6-7 sem. en dieta	116+6 (64-148)	12.8+0.41 (9.7-14.6)	11.1+3.30 (3.0-41.0)	204	33.3	342	25.7+2.7 <sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> Diferencia con respecto a los controles estadísticamente significativa  $p < 0.01$

La sobrevida de glóbulos rojos estuvo definitivamente disminuída en el grupo tratado; sin embargo, la reducci3n no es tan acentuada como para provocar anemia por incapacidad de la médula ósea por destrucci3n exagerada de glóbulos rojos. En efecto, sobrevidas de 19 y 20 días fueron observadas en animales con cifras normales de hemoglobina.

En el último experimento se hicieron determinaciones de fosfatasa alcalina y de transaminasas en sueros de ratas alimentadas con dietas de 0,5, 4,5 y 10 ppm de selenio durante 6 semanas. Las ratas en la dieta de 10 ppm muestran un aumento altamente significativo de fosfatasa alcalina y de las dos transaminasas, registrándose un ligero aumento de fosfatasa alcalina y de la transaminasa glutámica-pirúvica, con respecto a los controles, en aquellos animales que se alimentaron durante el mismo tiempo con la dieta de 4.5 ppm.

En todos los grupos se observaron animales con lesiones hepáticas visibles a simple observaci3n macroc3pica. La frecuencia de estas lesiones se indica en la Tabla 2. No se efectuaron investigaciones histopatológicas, porque este aspecto ha sido estudiado recientemente en un gran número de animales (19).

**TABLA 4**  
**FOSFATASA ALCALINA Y TRANSAMINASAS EN SUEROS DE RATAS**  
**ALIMENTADAS DURANTE SEIS SEMANAS CON DIETAS**  
**SELENIFERAS**

Dieta No.	Selenio ppm	No. de animales	Fosfatasa alcalina U / ml	Transaminasas glutámicas	
				Oxalacética U / ml	Pirúvica U / ml
856	0.25	6	6.3±0.2	66±3	20±1
834	4.5	10	8.8±1.3 <sup>1/</sup>	59±2	26±2 <sup>1/</sup>
897	10.0	8	18.9±2.3 <sup>1/</sup>	77±5 <sup>1/</sup>	43±6 <sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> Diferencias con respecto a los controles estadísticamente significativas p < 0.05

## DISCUSION

La producción de lesiones hepáticas y de anemia en ratas alimentadas con dietas seleníferas observadas en los presentes experimentos ya habían sido descritos por Smith (15) utilizando trigo selenífero como fuente de selenio. Entre los otros síntomas encontrados por nosotros, el aumento del peso del bazo y del agua en el carcas fue observado por Halverson *et al*, en condiciones experimentales comparables (16) y un aumento en la fosfatasa sérica fue señalado por Ermakow en ovejas expuestas a pastos con alto contenido de selenio (17).

Nuevos son los hallazgos sobre la reducción de la actividad de protrombina, la disminución del fibrinógeno y el aumento de las transaminasas séricas como efecto de la ingestión de una dieta selenífera, todos estos síntomas son relacionados con las lesiones hepáticas. Llama la atención la falta de una excreción aumentada de uro y coproporfirinas en la orina, ya que se ha recomendado el estudio de la excreción urinaria de estos pigmentos en humanos sospechosos de haber sufrido intoxicación de este elemento (18).

Los datos de la Gráfica No. 1 demuestran que los síntomas de intoxicación por selenio en ratas bajo las condiciones experimentales usadas, se presentan ya a los 15 días con la dosis de 4.5 ppm en la dieta, nivel que se ha encontrado en diversos alimentos venezolanos (2). Es de esperar, por lo tanto, que dosis más bajas, aplicadas por mayor tiempo, puedan producir lesiones patológicas, como lo indican algunos estudios publicados en los cuales se observaron lesiones hepáticas en ratas alimentadas durante largo tiempo con una dieta de solo 2 ppm de selenio (19).

Los resultados de los estudios hematológicos de la Tabla 3 indican que en las ratas tratadas con selenio, se desarrolla un proceso hemolítico moderado, el cual es responsable de la reticulocitosis, hiperplasia de la médula ósea y reducción de la sobrevida de los glóbulos rojos. No se efectuaron pruebas adicionales encaminadas a determinar el mecanismo de la hemolisis en estos casos.

Consideramos de especial importancia los resultados del Grupo No. 4 del segundo experimento, presentado en la Tabla 2, porque demuestra que un aumento en la ingesta de proteínas reduce notablemente la gravedad de la intoxicación con

dietas seleníferas y abre así una posible vía de prevención para las poblaciones expuestas a la intoxicación con selenio, aunque el mejor crecimiento de este grupo puede reflejar simplemente una ligera deficiencia en proteína de la dieta basal. Igualmente es de interés el hecho de que las lesiones producidas en animales criados con dietas seleníferas, eran menos graves que en aquellos que se criaron con la dieta normal. Este hecho confirma nuestros resultados anteriores sobre la adaptación de ratas a la ingesta crónica de selenio (20).

La suplementación con lisina de la dieta a base de ajonjolí no causó ninguna disminución en la severidad de la intoxicación por selenio, como fue el caso en un estudio anterior de este laboratorio sobre aumento de peso de ratas jóvenes con dietas de ajonjolí de diferentes contenidos de selenio, con o sin agregado de lisina (21). En el trabajo citado se demostró que en condiciones de una ingestión moderada de selenio, mediante la suplementación con lisina, se logra un crecimiento muy superior comparado con los animales que no recibieron dicho suplemento. En el presente diseño experimental el nivel de selenio era probablemente demasiado elevado para poder observar este efecto de la suplementación con el amino ácido limitante de la dieta.

El resultado del último ensayo demostró un marcado aumento en la fosfatasa alcalina y en las transaminasas séricas en las ratas alimentadas con dietas de 10 ppm de selenio.

Al comparar los resultados de los experimentos Nos. 1, 2 y 3 entre si se notan diferencias notables en los promedios de algunos de los parámetros estudiados, exhibiendo los del primer ensayo síntomas patológicos más marcados que los de los otros dos ensayos. Esta diferencia se debe a una modificación en el procedimiento. En el primer ensayo para sacrificar los animales se escogían aquellos que parecían encontrarse en peor estado de salud. En el segundo y tercer ensayo se esperó hasta el final del experimento para sacrificar los animales, omitiéndose de los cálculos aquellos que fallecieron antes de terminar el ensayo o que se sacrificaron en estado moribundo. Es de interés destacar la diferente resistencia individual de los animales contra el efecto de la intoxicación por selenio.

Los resultados más notables del presente estudio son los relacionados con los aumentos de la actividad protrombínica

y de la disminución del contenido de fibrinógeno en el suero sanguíneo de las ratas, los cuales no han sido descritos en la literatura y que podrían ser síntomas útiles para la detección de la intoxicación con selenio en humanos. Además, llama la atención la ausencia de una excreción aumentada de copro y uroporfirina en la orina, parámetros cuyo estudio se ha recomendado en casos de sospecha de la existencia de intoxicación por selenio (18).

#### SUMMARY

##### Toxicity symptoms in rats fed organic selenium

The toxicity symptoms in rats fed different diets prepared with selenium-containing sesame press-cake were studied. In a first experiment with 110 rats, the animals were fed diets of 4.5 or 10 ppm of selenium respectively and were killed after 2-6 weeks. Hemoglobin, hematocrit, protrombin activity and fibrinogen decreased progressively with the time of feeding the seleniferous diets. The decrease was much more manifest in the animals receiving the diet containing 10 ppm of selenium as compared with those receiving the low selenium diet.

In a second experiment high values of the amount of water in the carcass, a high ratio of spleen weight to body weight, a high incidence of fibrosis of the livers, and high selenium levels in the livers were found in rats fed a 10 ppm selenium diet as compared to the controls. Hemoglobin, hematocrit, protrombin activity and fibrinogen were again low as was the growth rate. When the diet contained 26% of protein instead of 18% most of these effects were less severe. The same was true for a group of rats which had been born from mothers fed a diet containing 4.5 ppm of selenium and which had been kept on this diet until the start of the experiment. This result was probably due to adaptation to selenium intake. Urinary uro- and coproporphirin levels were similar in the animals of all these experimental groups.

In a third experiment on the hematological aspect of selenium toxicity moderate reticulocytosis, hyperplasia of the bone marrow, and reduced survival time of erythrocytes were found in rats fed the diet with 10 ppm of selenium. Serum iron levels, transferrin saturation and vitamin B<sub>12</sub> blood levels were normal.

The last experiment showed that blood levels of alkaline phosphatase, glutamic-pyruvic, and glutamic-oxalacetic transaminases were high in the rats fed the high selenium diet.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Rosenfeld, J. and O. A. Beath. Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition. Academic Press, New York, 1964.
2. Jaffé, W. G., J. F. Chávez y M. C. Mondragón. Contenido de selenio en alimentos venezolanos. Arch. Latinoamer. Nutr. 17, 59-68, 1967.

3. Mondragón, M. C. y W. G. Jaffé. Selenio en alimentos y en orina de escolares de diferentes zonas de Venezuela. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 21, 185-195, 1971.
4. Smith, M. I. and R. D. Lillie. Part 1. The chronic toxicity of naturally occurring food selenium. U. S. Public Health Serv., Nat. Inst. Health *Bull.* 174, 1-13, 1940.
5. Natelson, S. V. "Microtechnique of Clinical Chemistry". Second Edition 1961. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, Illinois, U. S. A.
6. Cummings, L. M., J. L. Martin & D. Maag. An Improved Method for Determination of Selenium in Biological Material. *Anal. Chem.* 37, 430-431, 1965.
7. Hainline, A. Standard Methods of Clinical Chemistry, Vol. II, 49-60. Academic Press, New York, 1958.
8. Quick, A. J. Hemohagic Disease, Philadelphia, Lea & Febiger, 1957.
9. Sigma Chemical Co. St. Louis, Mo. U. S. A. The Colorimetric Determination of Phosphatase.
10. DADE División. American Hospital Supply Corporation Miami, Fla. 33152. Determination of serum glutamate oxalacetate (SGOT) y serum glutamate pyruvate transaminase (SGPT).
11. Bothwell, T. H. and B. Mallet. The determination of iron in plasma or serum. *Biochem. J.* 59: 599-602, 1955. Modified by Iron Panel (International Committee for Standardization in Hematology). In press.
12. Ramsay, W. N. M.: The determination of the total iron binding capacity of serum. *Clin. Acta* 2: 221-226, 1957. Modified by Iron Panel International Committee for Standardization in Hematology). Unpublished.
13. Anderseon, B. B. Investigaciones into the Euglena method for the assay of the vitamin B<sub>12</sub> in serum. *J. Clin. Path.* 17: 14-26, 1964.
14. Layrisse, M., J. Linares and M. Roche. Excess hemolysis in subjects with severe iron deficiency anemia associated and nonassociated with hookworm infection. *Blood* 25: 73-91, 1965.
15. Smith, M. I. Effect of diet on the cronic toxicity of Se. *U. S. Pub. Health Repts.* 54, 1441, 1939.
16. Halverson, A. W., I. S. Palmer, & P. L. Guss. Toxicity of Selenium to post-weanling rats. *Toxicology and Applied Pharmacology* 9, 477-484, 1966.
17. Zalkind, F. L. & V. V. Ermakov. Selenium content of the seeds of grain crops and lathyrism. *Agrophimiya* 6, 98-107, 1968. *Chem. Abstr.* 69, 5742, 1968.
18. Plumbet, E. R. "Manual de toxicología Industrial". Edif. URMO, Bilbao, 1968.
19. Harr, J. R., J. F. Bone, I. J. Finsley, P. H. Weswig & R. S. Jamamoto. "Selenium in Biomedicine". The Avi. Pul. Com. Westport. Connecticut P. 153. O. H. Huth, J. E. Oldfield W P. H. Weswig, edit.
20. Jaffé, W. G. y M. C. Mondragón. Adaptation of rats to selenium intake. *J. Nutr.* 97, 431-436, 1969.
21. Chávez, J. F. y W. G. Jaffé. Nivel tóxico de selenio en dietas para ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17, 69-76, 1967.
22. Jaffé, W. G. & C. L. Vega Lette. Heat labile growth inhibiting factors in beans. (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.* 94, 203-210, 1968.



# BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

## BRASIL

**Bibliografía seleccionada da mandioca.**—Aspectos tecnológicos e nutricionais com ênfase nas contribuições brasileiras. Boletim Técnico do Centro de Tecnologia e Alimentar No. 1, 1972. (Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rua Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro - Estado da Guanabara, Brasil).

**Contrôle da origem e pureza de gordura bovina comercial brasileira,** visando sua possível participação no mercado internacional.—H. Laszlo, D. Alves Pereira, M. H. Lunas de Mello Massa. Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Nº 2, 1972. (Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rua Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, Brasil).

## COLOMBIA

**Aplicación culinaria de derivados de proteínas solubles de la soya.**—C. Gutiérrez. Rev. Inst. Invest. Tecnol. 76: 31-38, 1972.

Se exponen y comentan los siguientes puntos: Características y composición química del "Provesol". Consideraciones sobre formulación. Comportamiento del "Provesol" en mezclas con otros productos. Formulaciones. Conclusiones. 13 referencias.

**Anotaciones sobre molienda seca de maíz en Colombia.**—M. Lutz y J. Peñaredonda M. Rev. Inst. Invest. Tecnol. 76: 19-30, 1972.

El presente estudio permite ver, en forma panorámica, el estado actual de la molienda seca de maíz en Colombia. Se encontraron tres tipos de instalaciones, uno numeroso pero de plantas pequeñas que es el de las trilladoras dedicadas a la elaboración de "maíz peto" capaz de preparar un producto de buena calidad, pero con enormes variaciones en ella de uno a otro fabricante y hasta en diferentes cochadas del mismo.

Un segundo grupo compuesto, en general, por plantas de capacidad pequeña a intermedia, dedicadas a preparar harina de calidad inferior a la aceptable por las normas internacionales.

El tercero, menos numeroso pero consistente en fábricas mayores con proceso más tecnificado que elaboran grits de calidad aceptable como regla general.

Tanto para grits como para "peto" se usan maíces duros como materia prima, mientras que para harina se emplean blandos preferiblemente blancos pero sin exclusión de los amarillos. 8 referencias.

## COSTA RICA

**La separación de decimales en las revistas científicas de América Hispana.**—A. Gorbitz (Editor Técnico, Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. IICA-CIDIA, Turrialba, Costa Rica). Bol. Bibl. Agric. 9 (1): 1-8, 1972.

In a worldwide sample of 167 scientific journals of 52 countries in 18 languages, it was found that in both Spanish and Russian, there was inconsistency in the use of comma or point as decimal separator. In all other lan-

guages, except English, the comma was always used as the separatrix. An analysis of the 70 Spanish American journals examined revealed that the use of the decimal point, as in English, decreased with the distance from the United States, entirely disappearing in the Southern Cone (Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay). This indicates a certain degree of US influence in the Spanish language of Latin America, not present in Portuguese. 10 references.

## PERU

**Proteínas de la harina de quinua, cañihua y soja.—III.** Estudio comparativo de patrones electroforéticos sobre gel de poliacrilamida. A. A. Oliveira y W. Arrascue V. (Sección Bioquímica, Departamento de Ciencias Dinámicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú). Bol. Soc. Quím. Perú, 37: 175-181, 1971.

Se han estudiado los patrones electroforéticos sobre gen de poliacrilamida, de las proteínas de la quinua procedente de Cajamarca, Arequipa, Cuzco y Bolivia, de la cañihua y de la soja. También se valoró, por el método de Lowry, el contenido total de proteínas.

La soja presenta el más alto contenido proteico, 45.49%. La quinua presenta valores entre 13.20 y 15.60 g%. La cañihua presenta un valor máximo de 16.30%. El número de fracciones proteicas en los especímenes de quinua es constantemente de seis, los que presentan variaciones de ubicación y de cantidad aparente de uno a otro espécimen. Las proteínas de la cañihua se resuelven en cinco fracciones. Las de la soja lo hacen en siete, de las que la 1 representa aparentemente el 50% de la cantidad total. En todos los casos el mayor número de fracciones y la mayor cantidad de proteínas resultan ser sero-globulina similes. 8 referencias.

**Niveles séricos de lípidos, colesterol y proteínas en residentes de costa y altura.—A.** A. Olivera y N. Díaz. (Sección Bioquímica, Departamento de Ciencias Dinámicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú). Bol. Soc. Quím. Perú, 37: 182-193, 1971.

Se ha estudiado comparativamente los niveles de lipemia, colesterolemia y proteinemia totales, albuminemia y globulinemia en dos grupos de 60 individuos, varones, jóvenes, estudiantes universitarios; uno de Costa, Trujillo y otro de altura, Cajamarca, ubicados a 335 y 2800 m. sobre el nivel del mar respectivamente.

La lipemia, colesterolemia y proteinemia totales fueron similares en ambos grupos. Si existen diferencias éstas no son estadísticamente significativas.

Los niveles de albúmina fueron mayores en el grupo de altura, 6.00 g contra 5.09% en Costa. Las globulinas con mayor valor en el grupo de Costa, 2.68 g contra 2.22% en altura. En ambos casos, las diferencias fueron altamente significativas. Las relaciones alb./glob. en consecuencia, fueron mayores en el grupo de altura.

Los resultados se comparan con el de otros autores y se discuten los posibles factores que determinan las características encontradas en el grupo de altura. 29 referencias.

**Lactose intolerance in peruvian Children: Effect of age and early nutrition.—D. M. Paige, E. Leonardo, A. Cordano, J. Nakashima, B. Adrianzen and G. G. Graham.** (The Johns Hopkins Medical Institutions, Baltimore, Maryland 21205). The Amer. J. Clin. Nutr. 25: 297-301, 1972. 223 referencias.

## LIBROS NUEVOS

**World review of nutrition and dietetics.**—Vol. 14, Ed. G. H. Bourne (Atlanta, Ga.), S. Karger, AG Basel, Switzerland 1972, 344 pág., \$37.55.

La serie de los "World Reviews" presenta cada año una selección bien equilibrada de artículos de revisión sobre tópicos que incluyen problemas de nutrición en los países en desarrollo como también en países industrializados sobre fisiología, producción y otros de carácter muy específico. El tremendo aumento en el número de artículos publicados en el campo de la nutrición, muchos de ellos en revistas de difícil acceso y las limitaciones que sufren la mayoría de las bibliotecas técnicas en latinoamérica, le dan una importancia especial a este tipo de publicaciones. Desgraciadamente, el precio de estos volúmenes es muy alto. Para quienes trabajan en los campos cubiertos por una de las contribuciones, el tiempo y esfuerzo ahorrado al autor con una revisión del tema de la profundidad como se suelen encontrar en los volúmenes de esta serie, justifica indudablemente el elevado costo de adquisiciones.

El presente volumen contiene las siguientes contribuciones:

A Nutrition Policy for Nigeria. O. L. Oke.

Some Aspects of Food and Nutrition in Sierra Leone. H.M.

The Color of Foods. A. C. Little and G. MacKinney.

The Coloring Matters of Foods. G. MacKinney and A. C. Little.

Physiological Effect of Protein Deficiency with Special Reference to Evaluation of Protein Nutrition and Protein Requirement. H. Yoshimura.

Amino Acid Homeostasis in the Gut Lumen and its Nutritional Significance. E. S. Nasset.

Yeasts Grown on Hydrocarbons as New Sources of Protein. C. A. Shacklady.

Adaptations of the Digestive Tract during Reproduction in the Mammal. B. F. Fell.

School Lunch. A tool for Nutrition Education. Mary M. Hill.

Nutrition of Infants and Preschool Children in the North Central Region of the United States of America. E. S. Eppright, H. M. Fox, B. A. Fryer, G. H. Lamkin, V. M. Vivian, and E. S. Fuller.

W. G. J.

**Lipids, malnutrition and the developing brain (A CIBA Foundation Symposium).**—Editors: Katherine Elliot and Julic Knight, Elsevier, Excerpta Medica, North Holland, Amsterdam 1972, 326, pág. \$12.50.

La especialización, secuencia del aumento del caudal de información científica encierra el peligro del aislamiento y del mal aprovechamiento de adquisiciones técnicas en campos ajenos. Por esta razón se ven cada vez con mayor frecuencia convocatorias para reuniones multidisciplinarias para que expertos de campos distintos discutan temas de interés común.

El presente volumen es un excelente ejemplo de un esfuerzo de esta índole. El candente problema de la influencia nutricional sobre el desarrollo mental requiere la concurrencia de expertos en campos tan diferentes que tendrán poca oportunidad de encontrarse en su vida profesional diaria.

En este simposio se han reunido científicos de diferentes disciplinas para presentar 16 conferencias que tratan desde la composición del cerebro en ácidos grasos hasta la evaluación de la inteligencia humana con el tema central del metabolismo lípido cerebral y su modificación por causas nutricionales. La presentación del volumen es excelente, un índice de materias general contribuye a aumentar su valor.

Contenido del libro:

The developing brain and the damage inflicted by malnutrition: an introduction. A. von Muralt.

Vulnerable periods of brain development. J. Dobbing.

The role of fatty acids in myelin and other important brain structures. D. Chapman.

Types of fatty acids in brain lipids, their derivation and function. J. F. Mead and G. A. Dhopeswarkar.

Biosynthesis of the myelin sheath. A. N. Davison.

Genetic disorders of myelination. N. A. Baumann, J. M. Bourre, C. Jarque and S. Pollet.

Critical periods in brain development. N. Herschkowitz and E. Rossi.

Effect of essential fatty acid deficiency on the central nervous system in the growing rat. R. Paoletti and C. Galli.

Effects on offspring of maternal malnutrition in the rat. L. Svennerholm, C. Alling, A. Bruce, I. Karlson and O. Sapia.

Polyenoic fatty acid metabolism of phosphoglycerides in developing brain. J. Bernsohn and S. R. Cohen.

Lipid metabolism of brain tissue in culture. J. H. Menkes.

Malnutrition and cellular growth in the brain: existence of critical periods. M. Winick, P. Rosso and J. A. Brasel.

Evaluation of modern foods as sources of lipids. U.M.T. Houtsmuller.

Malnutrition and mental retardation: conceptual issues. F. Cobos.

Cross-cultural evaluation of human intelligence. R. E. Klein B. M. Lester, C. Yarbroukh and J.-P. Habicht.

Nutritional influences in the evolution of the mammalian brain, M. A. Crawford and A. J. Sinclair.

Looking back. A. von Muralt.

W. G. J.

**Fluoruros y salud.** Por varios autores, Ginebra, (**Organización Mundial de la Salud: Serie de Monografías.**—Nº 59); 378 páginas, 1972, Precio \$10. Publicado también en francés, inglés y ruso.

Desde los últimos años del decenio 1904-50, el empleo de los fluoruros para la prevención de la caries dental, y especialmente la fluoración del agua potable, han sido objeto de no pocas controversias. Las autoridades sanitarias interesadas en la adopción de medidas de este tipo han tropezado con una violenta oposición y, con frecuencia, se han visto obligadas a consultar una copiosa bibliografía antes de tomar una decisión.

Con objeto de contribuir a que las autoridades sanitarias y otras personas interesadas se formen una opinión objetiva, la Organización Mundial de la Salud, que viene preocupándose desde hace muchos años por este problema, ha publicado una exposición de los datos científicos existentes sobre los diversos aspectos de la fluoración y sobre las numerosas y complejas cuestiones relacionadas con el metabolismo de los fluoruros y con las aplicaciones médicas y sanitarias de éstos. La revisión fue compilada por 29 especialistas en las interrelaciones entre los fluoruros y la salud humana, actuando el Profesor Y. Ericsson en calidad de consultor y redactor científico.

Los colaboradores examinan en primer lugar las fuentes del flúor ingerido o inhalado por el hombre (agua, alimentos, medicamentos, polvos y vapores) y hacen un detenido estudio de la absorción de los fluoruros en el organismo, de su distribución en los distintos tejidos y líquidos orgánicos, y de la excreción de los fluoruros en exceso. El estudio de los efectos fisiológicos de las pequeñas dosis de fluoruro va seguido de un examen de los efectos tóxicos de las grandes dosis. En el capítulo sobre los fluoruros y el estado general de salud se exponen los resultados de los estudios efectuados en muchas partes del mundo. En el capítulo final se trata de los efectos de la ingestión de fluoruros sobre distintos aspectos de la higiene dental: caries, tamaño y forma de los dientes, anomalías ortodónticas y periodontio.

La presente publicación no está destinada a ser un pronuario práctico sino más bien una exposición imparcial de las publicaciones científicas, que será muy útil para todos aquellos que han de asesorar sobre las ventajas e inconvenientes del empleo de los fluoruros en salud pública.

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS  
DE NUTRICION

Dr. José E. Dutra de Oliveira (Brasil), Dr. José A. Landa  
(Argentina), Dr. Julio Santa María (Chile),  
Dr. J. C. Waterlow (Jamaica).

Editor General: Dr. WERNER G. JAFFE

Editores Asistentes: Dr. Guillermo Arroyave y Dr. Mauricio  
Ruphael Divo

Editor Asociado: Dr. José Félix Chávez

**MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL**

Dr. Cecilio Abela Deheza	Dr. Rafael Enderica Vélez
Dr. Jaime Ariza Macías	Dr. Nelson A. Fernández
Dr. Jorge Alvarado	Lic. Marina Flores
Dr. Carlos Alvarifias	Dr. Silvestre Frenk
Dr. Werner Ascoli	Dr. Carlos Gitler
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. José A. Goyco
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Carlos Bauza	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Moisés Béhar	Dr. Miguel Layrisse
Dr. José María Bengoa	Dr. Leonardo J. Mata
Dr. Edgar Braham	Dr. Jaime Páez Franco
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Emilio Picón Reategui
Dra. Marta Cancio de Toro	Dr. Yaro Ribeiro Gandra
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Nelson Chávez	Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Joaquín Cravioto	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Eric Cruickshank	Dr. Hermann Schmidt-Hebbel
Dr. Romeo de León	Dra. María Angélica Tagle
Dr. Mario Desio de la Vega	Dr. Carlos Tejada
Dr. Gonzalo Donoso	Dra. Tamara de Vega
Lic. Luiz G. Elías	Dr. Fernando Viteri

Srta. Raquel Flores  
Asesora en comunicaciones científicas

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (S.L.A.N.) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental reunido en Chicago, Illinois, Estados Unidos de Norteamérica. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Presidente:	Dr. Antonio Bacigalupo P. (Perú)*
Vice-Presidente:	Dr. Jaime Páez F. (Colombia)
Secretario:	Dr. Angel Cordano (Perú)
Tesorero:	Dr. Víctor Hernández (Perú)
Vocales:	Dr. Ricardo Bressani (Guatemala)
	Dr. Adolfo Chávez (México)
	Dr. Raúl Castillo Y. (Ecuador)
	Dr. Juan Claudio Sanahuja (Argentina)
	Dr. Joao Bosco Salomón (Brasil)
	Dr. Luis Bermúdez Chaurio (Venezuela)
	Dr. Nelson de Souza (Brasil)

Dirección actual: Universidad Nacional Agraria La Molina,  
Apartado 456  
Lima, Perú, S. A.

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Vol. XXII — Nº 3 — Septiembre 1972

## CONTENIDO

	Pág.
<b>TRABAJOS GENERALES</b>	
EVALUACION DE LA SITUACION NUTRICIONAL EN GRUPOS DE POBLACION.—MOISES BEHAR ... ..	335
EL NUTRICIONISTA DE SALUD PUBLICA Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO SOCIO-ECONOMICO DE UN PAIS.—JAIME ARIZA MACIAS ... ..	343
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION:</b>	
METODOLOGIA EN ENCUESTAS ALIMENTARIAS ENTRE PRE-ESCOLARES.—MARINA FLORES ... ..	356
BIOCHEMICAL MEASUREMENTS IN THE ASSESSMENT OF THE PROTEIN NUTRITION STATUS.—W. K. SIMMONS ... ..	385
VARIATIONS IN URINARY INORGANIC SULPHATE SULPHUR AND NITROGEN EXCRETION IN CHILDREN ON A RURAL AFRICAN DIET.—W. K. SIMMONS.	403
EFFECTOS DE LA NUTRICION E INFECCIONES SOBRE EL DESARROLLO OSEO DE NINOS EN UNA AREA RURAL DE GUATEMALA.—JOAO B. SALOMON, ROBERT E. KLEIN, MIGUEL A. GUZMAN Y CIPRIANO CANOSA ... ..	417
NITROGENO URINARIO DE PERROS ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA SIN NITROGENO Y CON DIVERSAS INGESTAS DE CALORIAS.—RICARDO BRESSANI, ROBERTO A. GOMEZ BRENES Y LUIZ G. ELIAS ... ..	451
SINTOMAS DE TOXICIDAD DE SELENIO ORGANICO EN RATAS.—WERNER G. JAFFE, CRISTINA DE MONDRAGON, MIGUEL LAYRISSE Y ADELAIDA OJEDA.	467
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA ... ..	483
LIBROS NUEVOS ... ..	485