

# TRABAJOS DE INVESTIGACION

# **Métodos de evaluación del estado nutricional proteínico-calórico en pre-escolares de condiciones socio-económicas diferentes.**

## **Repercusión nutricional del sarampión en niños crónicamente sub-alimentados.<sup>1</sup>**

FERNANDO E. VITERI<sup>2</sup>, LEONARDO J. MATA<sup>3</sup> y MOISES BÉHAR<sup>4</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

### **RESUMEN**

Se estudiaron 194 niños de edad preescolar de cinco grupos correspondientes a tres categorías socioeconómicas diferentes; uno, de condición alta, otra mediana, y tres de situación socioeconómica baja. Dentro de los niños incluidos en esta última categoría, se estudió un grupo de 23 niños un mes después de haber sufrido sarampión. En todos los preescolares estudiados se midió el peso, la talla, la circunferencia del brazo y el pániculo adiposo tricípital, así como la concentración sérica de proteínas totales y albúmina, la razón de urea/creatinina urinaria, y el índice de creatinina/talla (ICT) en muestras de orina colectadas en un período de 3 horas o más. Se encontró que con excepción del grupo de niños de alto nivel socio-económico todos presentaban un franco retardo de peso así como de talla para su edad cronológica. Sin embargo, el promedio del resto de las medidas antropométricas fue predominantemente normal para todos los grupos aunque hubo un mayor número de niños con mediciones por debajo de lo normal en los grupos de condición socioeconómica baja. Además, el grupo post-sarampión presentó con mayor frecuencia grosor de pániculo adiposo tricípital por debajo del 10 percentilo, tanto para su edad cronológica como para su edad/talla. Desde el punto de vista bioquímico, la relación de

1. Este trabajo se llevó a cabo con ayuda financiera de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América (NIH) con sede en Bethesda, Maryland (Subvención Nº 5-RO1 AM-00981), y con fondos provistos por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, Cambridge, Mass., E. U. A. (Contrato Nº 5059-1).

2. Jefe de la División Biomédica del INCAP.

3. Jefe de la División de Microbiología de la misma Institución.

4. Director del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Publicación INCAP E-660.

Recibido: 10-12-1971.

urea/creatinina urinaria acusó francas diferencias entre los grupos de situación socioeconómica alta y los niños de condición socioeconómica subóptima. El ICT mostró un franco descenso en el grupo post-infeccioso con respecto al resto de los grupos, los que —de acuerdo a este indicador— presentaban una masa muscular adecuada para su talla. Se comenta la interpretación de cada uno de estos indicadores y sus principales limitaciones, y se demuestra, a nivel de campo, la repercusión nutricional de una infección severa en niños crónicamente subalimentados, la cual parece afectar más profundamente y de manera más prolongada el estado de nutrición proteínica que la calórica.

## INTRODUCCION

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la deficiencia proteínico-calórica crónica de tipo leve o moderado constituye uno de los problemas más serios de salud pública (1). A nivel de poblaciones, esta situación ha sido puesta de manifiesto por estudios de consumo de alimentos (2), de crecimiento y desarrollo de preescolares (3) y de estadísticas vitales (4), así como por la incidencia de niños con signos y síntomas de deficiencia proteínico-calórica severa.

Sin embargo, poco se sabe del estado nutricional calórico y proteínico de la gran mayoría de niños que sólo manifiestan retardo en el crecimiento y desarrollo. Asimismo, se dispone de conocimientos limitados acerca de las repercusiones específicas de los procesos infecciosos sobre el estado de nutrición calórico y proteínico de la población general, aun cuando en estudios metabólicos se ha encontrado que las enfermedades infecciosas inducen pérdidas apreciables de nitrógeno (5, 6), afectando así el estado nutricional proteínico del niño (7). Tan sólo en años recientes ha surgido evidencia de las repercusiones nutricionales que las enfermedades infecciosas repetidas tienen en niños que viven en un estado de subnutrición crónica (8, 9).

Con el fin de conocer más a fondo la magnitud del problema, y evaluar así de manera más precisa el efecto de acciones tendientes a mejorar la nutrición del niño, se han propuesto diversas mediciones antropométricas y bioquímicas que definen con mayor exactitud el estado nutricional proteínico y calórico del niño moderadamente desnutrido. Para ese propósito se ha empleado: a) el retraso ponderal del niño en función de la edad como un indicador del grado de severidad de la desnutrición (10); b) el retraso estatural *per se* y el ponderal,

para la talla del niño (11), y c) otra serie de medidas antropométricas. Entre estas últimas, el diámetro del brazo menos la adiposidad a nivel tricípital se ha considerado como representativo del estado de nutrición proteínica (12, 13), mientras que la medición del panículo adiposo refleja el estado de reservas calóricas del niño.

Además se han propuesto indicadores bioquímicos que reflejan aspectos específicos del metabolismo proteínico del niño en el momento de someterse a examen (14). Dentro de éstos, se ha utilizado la concentración de albúmina sérica (15) y la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales en el suero (16). Por otro lado, en orina se ha empleado la relación de urea a creatinina (17) y la excreción de hidroxiprolina (18). Recientemente, y con la idea de que la eliminación de creatinina refleja la masa muscular, la cual disminuye progresivamente con la deficiencia proteínica (19), se ha sugerido el empleo del "índice de creatinina/talla" (ICT) (20). Concretamente, éste consiste en la razón entre la eliminación de creatinina urinaria por unidad de tiempo del niño bajo estudio, sobre la eliminación de creatinina que es de esperar para un niño bien nutrido de igual talla que la del niño investigado. Según se ha podido comprobar, bajo condiciones de estudios metabólicos este índice es de suma utilidad (21, 22), y como lo demuestra su íntima correlación con el potasio corporal total, refleja la masa magra del niño (23). Es importante señalar que la medida de la masa magra relativa por medio del ICT está corregida para la talla del niño, independiente de su edad.

El presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de evaluar varios de estos indicadores como métodos de diagnóstico del estado de nutrición proteínica y calórica del preescolar con retardo pondoestatural. Un segundo propósito fue valorar las repercusiones nutricionales de una infección severa (sarampión) valiéndose de esos indicadores.

## MATERIAL Y METODOS

### *Población*

El estudio incluyó un total de 193 niños preescolares de cuatro poblaciones distintas de la República de Guatemala, las cuales se escogieron en base a una apreciación gruesa de su estado socioeconómico. Ciertas características de los grupos

investigados se detallan en el Cuadro No. 1. En la ciudad de Guatemala se estudiaron 50 preescolares que asistían a un jardín de niños. Todos eran hijos de profesionales o comerciantes pertenecientes a un estrato socioeconómico alto o dentro de la categoría mediana-alta, con historia de buena o excelente nutrición y ambiente higiénico adecuado. Los niños eran de ascendencia caucásica o mestiza.

En San Lucas Sacatepéquez, los niños se catalogaron como de situación socioeconómica media-baja. Esta comunidad se encuentra situada a 25 minutos de viaje en automóvil de la ciudad capital; muchos de sus habitantes conmutan diariamente a la ciudad y la población —de extracción racial indígena o mestiza— tiene características de cierta prosperidad económica. Sin embargo, las condiciones de vivienda y saneamiento ambiental son todavía deficientes.

Los niños procedentes de Santiago Sacatepéquez y de Santa María Cauqué eran predominantemente de ascendencia indígena, Maya, y de nivel económico bajo, siendo los hábitos alimenticios e higiénicos así como las características de vivienda de estas comunidades, muy deficientes. Se tomaron dos grupos de niños de Santa María Cauqué: el primero, de 49 niños aparentemente sanos, y el otro de 23 niños que habían tenido sarampión el mes previo al estudio.

En el mismo Cuadro se observa la edad cronológica y la edad correspondiente a la talla de los niños, si se asume que la talla del niño representa el 50 percentilo de los patrones de Stuart y Stevenson (24). Desde el punto de vista de la edad cronológica, los niños procedentes de la ciudad de Guatemala, San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, eran menores que los de Santa María Cauqué. Sin embargo, exceptuando los de la ciudad capital, todos presentaban un franco retraso estatural para su edad. Como consecuencia de este hecho, la edad/talla de los niños de alto nivel socioeconómico resultó ser significativamente superior a la edad/talla de los niños sanos de las otras tres comunidades ( $p < 0.05$ ).

### *Antropometría*

Se tomaron las siguientes medidas: 1) Peso obtenido con el niño descalzo y vistiendo únicamente un mínimo de ropa. El peso promedio de la ropa fue de 300 gramos. 2) Talla de pie (descalzo), colocando al niño contra una superficie per-

**CUADRO N° 1**  
**CARACTERISTICAS DE LOS NIÑOS ESTUDIADOS**

Grupo	Población	Estado socioeconómico	Condición clínica	Sexo		Edad cronología (meses)	Edad/talla (meses)
				M	F		
I	Ciudad de Guatemala	Alto	Sanos	28	22	46.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	45.6 ± 2.3 <sup>b</sup>
II	San Lucas Sacatepéquez	Mediano - bajo	Sanos	10	10	46.2 ± 4.7 <sup>a</sup>	31.2 ± 3.3
III	Santiago Sacatepéquez	Bajo	Sanos	21	31	51.5 ± 2.1 <sup>a</sup>	31.4 ± 2.0
IV	Santa María Cauqué	Bajo	Sanos	22	27	62.8 ± 2.5	37.1 ± 2.4
V	Santa María Cauqué	Bajo	Post-sarampión	11	12	67.4 ± 2.3	37.0 ± 3.7

<sup>a</sup>p < 0.05 con grupos IV y V.

<sup>b</sup>p < 0.05 con todos los grupos, salvo el grupo V.

pendicular a la plataforma en que estaba parado para la toma de esta medición, empleando una escuadra sobre la cabeza y una cinta exacta. 3) El perímetro del brazo se midió con una cinta metálica a nivel del punto medio entre el acromión y el olécranon, evitando presionar los tejidos blandos. El grosor del panículo adiposo tricipital se obtuvo con el calibrador de Lange y Brózek (25), midiéndolo en la cara posterior del brazo, a la misma altura en que se determinó el perímetro. Con estas medidas se calculó el diámetro del brazo corregido para panículo adiposo asumiendo que el perímetro es circular y que el panículo adiposo representa el promedio de la adiposidad total.

Se tomó una muestra de sangre y se recolectó orina por un período de tres horas o más, medida exactamente y después de haber descartado la orina de la primera micción. Cabe mencionar que los niños habían consumido un desayuno ligero.

En el suero sanguíneo se determinaron proteínas totales por refractometría (26) y albúmina por electroforesis en acetato de celulosa (27). En la muestra de orina se midió nitrógeno de urea por el método de Barker (28) y creatinina por la técnica de Clark y Thompson (29). De esta manera se obtuvo la razón de nitrógeno de urea/creatinina. La excreción de creatinina urinaria se calculó en términos de mg por minuto y se proyectó a 24 horas (30).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se detallan en el Cuadro No. 2. Los datos relativos a peso para talla demuestran que en el grupo de alto nivel socioeconómico los niños acusaron un peso promedio superior al de las normas de Stuart y Stevenson (24) para niños de igual talla. En San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, los promedios de peso para talla también excedieron ligeramente los establecidos por los mismos investigadores (24) para niños de igual talla, mientras que en Santa María Cauqué, los niños, ya fuesen sanos o después de afectados por sarampión, acusaron promedios de 100 y 99% de peso para talla de los mencionados patrones. Vale la pena subrayar que no se constataron diferencias significativas entre el peso para talla en los dos grupos de niños estudiados en Santa María Cauqué.

**CUADRO N° 2**  
**RESULTADOS ANTROPOMETRICOS Y BIOQUIMICOS EN LOS NIÑOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO**

Grupo	Comunidad y condición clínica	Peso para talla (%)	Perímetro de brazo (cm)	Pánfculo adiposo tricipital (mm)	Diámetro corregido de brazo (mm)	Suero		Orina N de urea creatinina	ICT
						Proteínas (g/100 ml)	Albúmina (N = 33)		
I	Ciudad de Guatemala Sanos	110 ± 1.6 <sup>a</sup>	17.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	10.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	44.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	6.90 ± 0.06 <sup>c</sup> (N = 33) <sup>g</sup>	4.21 ± 0.05 (N = 33)	10.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.96 ± 0.04
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	105 ± 2.0 <sup>d</sup>	15.5 ± 0.3 <sup>e</sup>	10.1 ± 0.4 <sup>f</sup>	39.4 ± 1.2	7.43 ± 0.07 (N = 19)	4.26 ± 0.05 (N = 19)	9.3 ± 1.3 <sup>f</sup>	0.90 ± 0.07
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	104 ± 1.1 <sup>e</sup>	14.4 ± 0.3	9.5 ± 0.3	37.7 ± 0.9	7.65 ± 0.08 <sup>d</sup> (N = 33)	4.49 ± 0.04 (N = 33)	4.0 ± 0.5	1.09 ± 0.05 (N = 29)
IV	Santa María Cauqué Sanos	100 ± 0.8	15.1 ± 0.2	9.4 ± 0.3	38.8 ± 0.6	7.30 ± 0.06 (N = 37)	4.23 ± 0.04 (N = 37)	4.2 ± 0.6	0.94 ± 0.06
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	99 ± 1.8	14.9 ± 0.2	9.0 ± 0.5	38.5 ± 0.7	7.08 ± 0.08 <sup>f</sup> (N = 22)	4.08 ± 0.07 (N = 22)	3.3 ± 0.8	0.72 ± 0.05 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>p < 0.05 con todos los otros grupos.

<sup>b</sup>p < 0.05 con todos los otros grupos excepto el II.

<sup>c</sup>p < 0.05 con todos los otros grupos excepto el V.

<sup>d</sup>p < 0.05 con grupos IV y V.

<sup>e</sup>p < 0.05 con grupo III.

<sup>f</sup>p < 0.05 con todos los otros grupos excepto el I.

<sup>g</sup>p < 0.05 Datos sobre determinaciones efectuadas cuando el número fue inferior al total de niños estudiados.

Con respecto a la circunferencia del brazo, el grupo de la ciudad de Guatemala presentó valores significativamente superiores a los demás, mientras que el de Santiago Sacatepéquez tuvo los niveles más bajos. De nuevo pudo verificarse la ausencia de diferencias significativas entre los dos grupos investigados en Santa María Cauqué, así como entre éstos y los niños de San Lucas y de Santiago Sacatepéquez.

Las mediciones de panículo adiposo tricípital revelaron que los niños de nivel socioeconómico alto y mediano tenían un panículo adiposo mayor que los niños de nivel socioeconómico bajo. Sin embargo, entre éstos no se determinaron diferencias significativas. El diámetro del brazo, corregido para adiposidad (índice de muscularidad), mostró ser significativamente superior en el grupo de la ciudad de Guatemala con respecto a todos los otros grupos estudiados. No hubo diferencias de significancia estadística entre ninguno de los otros grupos incluídos en la investigación.

El grupo de niños de la ciudad de Guatemala acusó valores de proteínas séricas totales inferiores a los de todos los otros grupos, salvo el de Santa María Cauqué que, según se dijo, fue estudiado un mes después de sufrir sarampión. El grupo de Santiago Sacatepéquez, de situación socioeconómica baja, tuvo niveles más altos de proteínas séricas totales que los otros dos grupos del mismo nivel socioeconómico, en Santa María Cauqué, representados por niños aparentemente sanos o después de haber tenido sarampión. La concentración de albúmina sérica fue más alta en el grupo estudiado en Santiago, que en los otros, con excepción de San Lucas. El promedio más bajo de albúmina sérica se encontró en el grupo post-sarampión de Santa María Cauqué, aun cuando las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

La relación de nitrógeno de urea a creatinina urinaria mostró niveles francamente superiores en los niños de la ciudad de Guatemala y de San Lucas Sacatepéquez, mientras que los grupos de baja situación socioeconómica mostraron niveles bajos. De nuevo, el grupo post-sarampión de Santa María acusó el nivel mínimo, aunque las diferencias entre éste y los otros grupos de bajo nivel socioeconómico no alcanzaron significado estadístico.

Con respecto al índice de creatinina/talla (ICT), en todas las poblaciones de niños estudiadas se obtuvieron valores pro-

medio normales (0.9 o más), con excepción del grupo post-sarampión de Santa María, el cual mostró valores francamente inferiores y significativamente diferentes a los de todos los otros grupos.

Los Cuadros Nos. 3 y 4 muestran la distribución porcentual de los niños dentro de cada grupo estudiado, de acuerdo a los siguientes límites: a) *peso para edad* - según los límites establecidos en la clasificación de Gómez (10); b) *peso para talla* - tres valores: 90, 92 y 95% del que era de esperar; c) *circunferencia del brazo, panículo adiposo y diámetro del brazo corregido por adiposidad* - el décimo percentilo de los valores de McCammon (31) calculados tanto para la edad/talla como para la edad cronológica; d) *diámetro del brazo corregido por adiposidad* - restando el 50 percentilo de panículo adiposo tripital al décimo percentilo del perímetro; e) *proteínas y albúmina séricas* - 6.5 y 3.4 g por 100 mililitros, respectivamente; f) *ICT* - considerando como valores límites 70% y 85% de los valores esperados (20, 21, 32).

Según los resultados de la distribución de las medidas antropométricas (Cuadro No. 3), el grupo de alto nivel socioeconómico presenta características idénticas a las de niños norteamericanos; además, el porcentaje de casos por debajo de los límites escogidos aumenta a medida que baja la situación socioeconómica de las poblaciones estudiadas. En todos los casos, el grupo de Santa María Cauqué —investigado después de haber sufrido sarampión— presentó un mayor porcentaje de niños por debajo de los límites establecidos. Sin embargo, únicamente el perímetro de brazo para la edad cronológica de los niños y el grosor de panículo adiposo, tanto para la edad cronológica como para la edad/talla, muestran diferencias significativas con el grupo control de la misma población, constituido por niños aparentemente sanos.

Desde el punto de vista bioquímico (Cuadro No. 4) se observa esencialmente la misma tendencia, salvo que los valores obtenidos para el ICT en el grupo post-sarampión de Santa María Cauqué, fueron significativamente diferentes de los del grupo de niños aparentemente sanos de la misma comunidad.

**CUADRO Nº 3**  
**DISTRIBUCION DE VALORES ANTROPOMETRICOS EN LAS POBLACIONES INVESTIGADAS (% DE NIÑOS)**

Grupo	Población	< 10 percentilo de.										
		Peso para edad		Peso para talla			< 10 percentilo del		< 10 percentilo de		diámetro de	
		< 60	< 75	< 90	< 92	< 95	perímetro de	panículo adiposo	tricipital, para	adiposo para	brazo menos	adiposidad
		%	% %			para	para	para	para	para	para	
				Talla	Edad	Talla	Edad	Talla	Edad	Talla	Edad	
I	Ciudad de Guatemala Sanos	0	0	2	4	4	2	2	2	2	6	6
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	0	20	5	10	10	24	29	5	5	24	33
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	4	41	2	6	12	48	58	19	8	43	59
IV	Santa María Cauqué Sanos	2	61	4	12	21	33	49	8	8	48	54
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	5	62	9	17	30	43	74 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	52	56

<sup>a</sup>p < 0.05 con niños sanos de la misma comunidad (Grupo IV).

**CUADRO Nº 4**  
**DISTRIBUCION DE VALORES BIOQUIMICOS EN LAS POBLACIONES INVESTIGADAS (% DE NIÑOS)**

Grupo	Población	Proteínas séricas	Albúmina sérica	Indice de creatinina/talla	
		(g/100 ml) < 6.5	(g/100 ml) < 3.4	< 0.70	< 0.85
I	Ciudad de Guatemala Sanos	6	0	13	35
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	12	5	18	40
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	9	3	3	14
IV	Santa María Cauqué Sanos	8	4	18	38
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	15	7	45 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>p < 0.05 con todos los otros grupos.

## DISCUSION

Los resultados del presente estudio ponen de manifiesto varios hechos de importancia: 1) Que el estado socioeconómico de las poblaciones estudiadas se asocia a las características de crecimiento y al estado nutricional de niños de edad preescolar. 2) Que el niño moderadamente desnutrido por lo general está adaptado, o compensado, ya que mantiene niveles de peso, adiposidad y masa muscular o magra, normales para su talla. 3) Que una infección severa en grupos de población de bajo nivel socioeconómico y cuya nutrición es deficiente, afecta de manera prolongada tanto su nutrición calórica como la proteínica. En base a los resultados de peso para talla y a los promedios de panículo adiposo, parece ser, sin embargo, que la nutrición calórica se recupera más rápidamente que la proteínica.

El grupo de alto nivel socioeconómico contrasta con los demás por tener todos los valores antropométricos dentro de los límites establecidos como normales para poblaciones estadounidenses de edad y sexo similares. Es de interés destacar que aún el grupo de población considerado como de situación socioeconómica mediana, presenta una clara disminución en talla que, para una edad promedio de tres años diez meses, representa ya un retraso promedio de un año tres meses. Este retardo estatural es aún más evidente en los grupos de bajo nivel socioeconómico. Asimismo, es importante considerar que las edades de los niños en los diversos grupos de población estudiados no son iguales, ya que los de Santa María Cauqué eran mayores que los de las otras poblaciones. Es posible que por este motivo, en ellos el retardo estatural relativo es mayor que en el grupo de Santiago Sacatepéquez.

Exista o no un retardo ponderal para la edad, en todos los grupos estudiados, el peso para talla resulta ser adecuado. Este hecho sugiere que en los niños de las edades estudiadas, el retardo ponderal para la edad es fundamentalmente una consecuencia del retardo estatural.

El hecho de que en el grupo post-sarampión el promedio de peso haya sido adecuado para su talla podría sugerir que los niños se habían recuperado totalmente del efecto de la infección severa. Los promedios del grosor del panículo adiposo tricipital y del diámetro del brazo corregido por adiposidad

parecerían confirmar parcialmente esta sugerencia. Sin embargo, el análisis de la distribución porcentual de casos por debajo de los límites considerados como normales, revela un panorama distinto, que tiende a reflejar más fielmente tanto las características relacionadas a diversos niveles socioeconómicos, como las consecutivas a una infección severa previa: 1º) Es evidente que el número de niños con valores antropométricos sub-normales tiende a aumentar conforme la condición socioeconómica disminuye. 2º) El efecto del sarampión se traduce en un mayor número de niños con panículo adiposo por debajo del 10 percentilo, tanto para la edad cronológica como para la edad/talla; además, el perímetro del brazo es inferior cuando éste se compara al 10 percentilo de niños de igual edad, aunque no así en relación con el 10º percentilo de niños de igual talla.

Desde el punto de vista bioquímico, las proteínas séricas totales en promedio, fueron inferiores en el grupo de alto nivel socioeconómico que en los restantes, mientras que los valores de albúmina sérica fueron fundamentalmente iguales en todos los grupos, salvo el de Santiago Sacatepéquez que acusó niveles más altos. Esta discrepancia entre los niveles de proteínas séricas totales y los de albúmina, refleja los valores más altos de globulina previamente determinados en grupos de población de bajo nivel socioeconómico que viven bajo condiciones deficientes de higiene personal y ambiental (33, 34). En efecto, la fracción  $\gamma$  globulina fue la responsable de la mayor parte del alza de las proteínas séricas totales en los grupos de nivel socioeconómico mediano y bajo ( $p < 0.05$  con el grupo de nivel socioeconómico alto). Los niveles promedio de proteínas y de albúmina no reflejaron el efecto de una infección severa previa sobre el estado de nutrición proteínica. La distribución porcentual de valores bajos de estas determinaciones bioquímicas de nuevo destacan la normalidad del grupo de alto nivel socioeconómico. Al mismo tiempo, en los grupos de menor nivel socioeconómico, el número de valores inferiores a lo normal es elevado y tiende a aumentar aún más en el grupo post-sarampión, a pesar de que las diferencias no son estadísticamente significativas.

La relación de nitrógeno de urea a creatinina indica que tanto el grupo de nivel socioeconómico alto como el de nivel socioeconómico mediano, consumían significativamente más

proteínas que los grupos de status socioeconómico bajo. Es de interés especular en cuanto a un probable efecto predominante del factor higiénico sobre el retardo estatural y la elevación de  $\gamma$  globulinas séricas, ya que ambos ocurren en el grupo de nivel socioeconómico mediano, a pesar de que en base a la razón urea/creatinina, la ingesta proteínica parece adecuada. Parte del retardo estatural podría también deberse a efectos ambientales desfavorables tempranos, fundamentalmente de carácter nutricional o infeccioso (prenatales o con anterioridad a los dos años de edad).

En contraste con todas las mediciones previas, el índice de creatinina/talla reveló no sólo diferencias significativas en cuanto a distribución de valores bajos, sino también en términos de promedio, entre el grupo estudiado después de un episodio infeccioso severo y los restantes, incluyendo los niños de la misma comunidad que no habían sufrido recientemente de sarampión. Sin embargo, este índice no llega a 0.85 en 35% de los sujetos de alto nivel socioeconómico. Este hallazgo podría explicarse: primero, por el hecho de que la excreción urinaria de creatinina no es constante en el curso de 24 horas; segundo, debido a que en varios de estos niños el flujo urinario fue escaso, y por último, a causa de un vaciamiento incompleto de la vejiga durante la colección de orina. Cualesquiera de estas causas da origen a valores bajos cuya magnitud se magnifica ocho veces al extrapolarlos a 24 horas.

A pesar de las limitaciones impuestas por la metodología empleada, el ICT es un método sensitivo para detectar la de-pauperación proteínica, y permite demostrar el impacto del sarampión —y probablemente de otras infecciones severas— sobre el estado nutricional proteínico de la población general. Estos estudios parecen indicar igualmente que después de una infección severa, tanto el estado de nutrición calórica —reflejada por el grosor del panículo adiposo tricípital— como el peso para la talla, se recuperan más rápidamente que el estado de nutrición proteínica. Esta disparidad en la velocidad de recuperación nutricional calórica y proteínica es semejante a la que se observa en niños con desnutrición proteínico-calórica severa bajo condiciones de tratamiento hospitalario, en quienes la mayoría de las veces se aprecia una recuperación más rápida del peso que de la masa proteínica (20, 35). De la misma manera, estos resultados explican cómo un proceso infec-

cioso severo puede constituir un factor precipitante de desnutrición proteínica severa en poblaciones de bajo nivel socioeconómico (36).

El análisis de los distintos indicadores utilizados en el estudio aquí descrito ilustra claramente que cada uno de ellos está midiendo un fenómeno diferente: así, el peso para la edad y el perímetro del brazo constituyen una especie de resumen de toda la historia nutricional del niño, incluyendo, en parte, su situación nutricional global del momento. La talla para la edad refleja únicamente la historia del niño, y está menos sujeta a fluctuaciones bruscas. El peso para la talla es un indicador más específico del estado nutricional calórico actual y lo mismo aplica a la medición del panículo adiposo, siendo más sensible esta última. El diámetro del brazo corregido para el panículo adiposo refleja un estado crónico de subnutrición fundamentalmente proteínica, ya que indirectamente mide el grado de muscularidad. Sin embargo, cabe subrayar que este indicador no fue lo suficientemente sensible como para establecer diferencias significativas entre los grupos de bajo nivel socioeconómico incluidos en este estudio, ni en términos de valores promedio, ni al expresar los datos en función de prevalencia de niveles bajos. Esta falta de sensibilidad se encuentra también en niños estudiados bajo condiciones metabólicas, ya que su coeficiente de correlación con el ICT en esas condiciones es menor de 0.5.

La relación nitrógeno de urea/creatinina refleja principalmente la ingesta proteínica en los días previos al estudio. En poblaciones subalimentadas, los valores de proteínas séricas totales tienen la enorme limitación de que mecanismos no siempre claramente definidos pueden elevarlos; entre ellos cabe indicar el alza de los niveles de  $\gamma$  globulinas como consecuencia de estímulos antigénicos.

Según se sabe, los valores séricos de albúmina sólo son afectados significativamente en estadios avanzados de deficiencia proteínica, aun cuando en casos individuales los niveles de albúmina desciendan lenta y no significativamente, conforme avanza un proceso de desnutrición proteínica. Por otro lado, el ICT parece ser un indicador sensible de descompensación nutricional proteínica, que refleja la masa muscular en relación a la talla. Este índice, por lo tanto, no está afectado por situaciones alimentarias de corta duración, y es normal

mientras el niño no esté sufriendo de un déficit proteínico-calórico prolongado que demande un catabolismo muscular acelerado. Una de las limitaciones del ICT es su gran variabilidad cuando la colección de orina se hace por períodos cortos ( $\pm 3$  horas), en contraste con períodos de 24 horas o más (20-23, 32). El ICT obtenido en períodos cortos de colección de orina obviamente sólo puede servir para la clasificación de grupos de población, y no para definir la masa proteínica de casos individuales. Esta última puede definirse de manera individual únicamente por medio de colecciones de orina por períodos largos y preferiblemente repetidos (20-23).

La presente investigación subraya la importancia de ciertas mediciones antropométricas y bioquímicas en la definición del estado nutricional de grupos de niños de edad preescolar. Con base en los resultados obtenidos, se sugiere que el peso para la talla y el grosor del panículo adiposo tricípital son mediciones útiles para determinar el estado actual de nutrición calórica, y que el índice de creatinina/talla es la medición más sensible para determinar el estado de nutrición proteínica del momento, en estudios transversales.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen sinceramente la valiosa colaboración de los Doctores Edmundo Avalos, Carlos Beteta y Juan José Urrutia, en lo que respecta a la obtención de muchos de los datos de que se da cuenta en este trabajo.

### SUMMARY

Methods for evaluating protein-calorie nutritional status in preschool children from different socio-economic levels. Nutritional repercussions of measles in chronically undernourished children

A total of 194 preschool age Guatemalan children from three socio-economic categories, were studied. These were divided into five groups: one group of children had high socio-economic standards; the second came from an intermediate status, and the last three corresponded to the low socioeconomic level. In the low socio-economic groups, 23 children were studied one month after an episode of measles. The following measurements were obtained: weight, height, arm circumference, tricipital skinfold, total serum protein and albumin concentration, urea/creatinine ratio and creatinine/height index in urine samples collected in a 3-hour timed period. With the exception of those children belonging to the high socio-economic

group, all others had frank retardation in weight and height for-age. However, all the other antropometric measurements, including weight-for-height, were predominantly normal in all groups, even though the number of children with subnormal values was higher in the low socio-economic groups. The post-measles group had a higher prevalence of subnormal skinfold values.

Biochemically, the urea/creatinine ratio was significantly higher in children from the high and medium socio-economic groups, than in those belonging to the low socio-economic level. Total serum proteins and albumin concentrations did not show differences suggestive of protein deficiency, either in the various socio-economic groups or in the post-measles group. Gamma globulins were found elevated in the children not pertaining to the high socio-economic group, and probably reflected poor environmental conditions. The creatinine/height index was clearly diminished in the post-infectious group, as compared to all the others, which, according to this indicator, had normal muscle mass-for-height. The interpretation of each one of the indicators of nutritional condition tested in the study, is discussed.

The deleterious effects of a severe infection in suboptimally nourished children is also demonstrated at the field level. It appears that the nutritional impact of measles is more pronounced and longer-lasting in terms of protein nutrition than in terms of calorie nutrition.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Scrimshaw, N. S. & M. Béhar. World wide occurrence of protein malnutrition. *Fed. Proc.*, 18 (Suppl. 3): 82-88, 1959.
- (2) 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.
- (3) Jelliffe, D. B. *The Assessment of the Nutritional Status of the Community (With Special Reference to Field Surveys in Developing Regions of the World)*. Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (WHO Monograph Series N° 53).
- (4) Gordon, J. E., J. B. Wyon & W. Ascoli. The second year death rate in less developed countries. *Am. J. Med. Sci.*, 254: 357-380, 1967.
- (5) Beisel, W. R., W. D. Sawyer, E. D. Ryll & D. Croxier. Metabolic effects of intracellular infections in man. *Ann. Intern. Med.*, 67: 744-779, 1967.
- (6) Scrimshaw, N. S., C. E. Taylor & J. E. Gordon. *Interactions of Nutrition and Infection*. Geneva, World Health Organization, 1968, 329 p. (WHO Monograph Series N° 57).
- (7) Viteri, F. Datos no publicados.
- (8) Mata, L. J., J. J. Urrutia & A. Lechtig. Infection and nutrition of children of a low socioeconomic rural community. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 249-259, 1971.

- (9) Mata, L. J., J. J. Urrutia & B. García. Effect of infection and diet on child growth: experience in a Guatemalan village. En: **Nutrition and Infection**. G. E. W. Wolstenholme and Maeve O'Connor, eds. London, Great Britain, J. & A. Churchill, Ltd., 1967, p. 112-126. (Ciba Foundation Study Group N° 31).
- (10) Gómez, F. Desnutrición. **Bol. méd. Hosp. infant. (México)**, 3: 543-551, 1946.
- (11) Ramos Galván, R. Desnutrición y crecimiento físico. **Bol. méd. Hosp. infant. (México)**, 21 (Supl. N° 1): 11-36, 1964.
- (12) Jelliffe, D. B. & E. P. P. Jelliffe. Prevalence of protein-calorie malnutrition in Haitian preschool children. **Am. J. Pub. Health**, 50: 1355-1366, 1960.
- (13) McFie, J. & H. F. Welbourn. Effect of malnutrition in infancy on the development of bone, muscle and fat. **J. Nutrition**, 76: 97-105, 1962.
- (14) Arroyave, G. Proposed methodology for the biochemical evaluation of protein malnutrition in children. En: **Protein-Calorie Malnutrition. A Nestlé Foundation Symposium**. A. von Muralt, ed. Berlín, Springer-Verlag, 1969, p. 48-56.
- (15) Hansen, J. D. L. Features and treatment of kwashiorkor at the Cape. **Proceedings of a Colloquium held in Cambridge, April 1967**. En: **Calorie Deficiencies and Protein Deficiencies**. R. A. McCance and E. M. Widdowson, eds. London, J. & A. Churchill Ltd., 1968, p. 33-47.
- (16) Whitehead, R. G. Rapid determination of some plasma aminoacids in subclinical kwashiorkor. **Lancet**, 1: 250-252, 1964.
- (17) Arroyave, G., A. A. J. Jansen & M. Torrico. 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: 203-212, 1966.
- (18) Whitehead, R. G. Hydroxyproline creatinine ratio as an index of nutritional status and rate of growth. **Lancet**, 2: 567-570, 1965.
- (19) Mendes, C. B. & J. C. Waterlow. The effect of a low-protein diet, and of refeeding, on the composition of liver and muscle in the weanling rat. **Brit. J. Nutr.**, 12: 74-88, 1958.
- (20) Viteri, F. E. & J. Alvarado. The creatinine height index: its use in the estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein calorie malnourished children. **Pediatrics**, 46: 696-706, 1970.
- (21) Viteri, F. E. & J. Alvarado. Aspectos fisiopatológicos y respuestas adaptativas en la desnutrición calórica y en la desnutrición proteínica. **Rev. Col. Méd. (Guatemala)**, 21: 175-230, 1970. Publicado también en: **El Problema de la Desnutrición Proteínico-Calórica en el Istmo Centroamericano**. Guatemala, INCAP, 1971, 245 p. (Monografía N° 7 del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá).
- (22) Viteri, F. E., J. Alvarado, D. G. Luthringer & R. P. Wood, II. Hematological changes in protein calorie malnutrition. **Vitamins Hormones**, 26: 573-615, 1968.

- (23) Alleyne, G. A. O., F. E. Viteri & J. Alvarado. Indices of body composition in infantile malnutrition: total body potassium and urinary creatinine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 23: 875-878, 1970.
- (24) Stuart, H. C. & S. S. Stevenson. Care and evaluation of well children. Physical growth and development. En: *Textbook of Pediatrics*. W. E. Nelson, ed. 6th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1954, p. 10-66.
- (25) Lange, K. O. & J. Brózek. A new model of skinfold caliper. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 19: 98-99, 1961 (Abstract N° 28).
- (26) Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Manual for Nutrition Surveys*. 2nd. ed. Bethesda, Md., ICNND, 1963.
- (27) Beckman Manual RM-1M-2. Model R-101. Microzone electrophoresis cell (Preliminary Instruction Manual). Palo Alto, California, Spinco Division, Beckman Instruments, Inc., Stanford Industrial Park, August, 1963, 38 p.
- (28) Barker, S. B. The direct colorimetric determination of urea in blood and urine. *J. Biol. Chem.*, 152: 453-463, 1944. (c. f. *Nutr. Abst. Revs.*, 14: 21, 1944-45 (Abst. 19).
- (29) Clark, L. C. Jr. & H. L. Thompson. Determination of creatine and creatinine in urine. *Anal. Chem.*, 21: 1218-1221, 1949.
- (30) Arroyave, G. & C. M. de Arroyave. El uso de períodos cortos de recolección de orina en la estimación de la excreción diaria de creatinina. *Arch Venez. Nutr.*, 12: 259-266, 1962.
- (31) Mc Cammon, R. W. with a foreword by A. Damon. *Human Growth and Development*. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1970, 295 p.
- (32) Viteri, F. E., J. Alvarado & G. A. O. Alleyne. Reply to Drs. Méndez and Burkirk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 386-387, 1971.
- (33) Holmes, E. G., M. W. Stanier & M. D. Thompson. The serum protein pattern of Africans in Uganda: relation to diet and malaria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 49: 376-384, 1955.
- (34) Arroyave, G., N. S. Scrimshaw, O. Pineda & M. A. Guzmán. Electrophoretic pattern of hyperproteinemic sera in a population group of rural Panama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 9: 81-84, 1960.
- (35) Alvarado, J., F. E. Viteri & M. Béhar. Tratamiento hospitalario de la desnutrición proteínico-calórica severa. *Rev. Col. Méd. (Guatemala)*, 21: 231-245, 1970. Publicado también en: *El Problema de la Desnutrición Proteínico-Calórica en el Istmo Centroamericano*. Guatemala, INCAP, 1971, 245 p. (Monografía N° 7 del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá).
- (36) Scrimshaw, N. S., M. Béhar, F. Viteri, G. Arroyave & C. Tejada. Epidemiology and prevention of severe protein malnutrition (kwasiorokor) in Central America. *Am. J. Pub. Health.*, 47: 53-62, 1957.