

La inmunología en lactantes y preescolares en riesgo nutricional

Liseti Solano¹, E. Lara Pantin², A. Perelli³, E. Velásquez⁴, N. Raaz⁴

RESUMEN La desnutrición, con su alta prevalencia de procesos infecciosos, origina cambios en el sistema inmune. Se realizó la evaluación del estado nutricional e inmunológica en 55 niños lactantes y preescolares que presentaron diarrea (ED) o infección respiratoria (IR) y se comparó con un grupo control. Se determinaron linfocitos T (LT) por rosetas y B (LB) por inmunoglobulina de superficie, niveles de inmunoglobulinas A, G y M, y fracciones 3 y 4 de complemento por inmunodifusión radial. LT y LB en controles sanos fue de $52,3 \pm 7,9$ y $20,1 \pm 6,4$ respectivamente; en los enfermos fueron bajos IgA y C₃ fue para ED y mayores y significativos en IR. La asociación patología desnutrición disminuyó los LT y LB y la fracción 3 de complemento. En los desnutridos las poblaciones de linfocitos aumentaron después de una semana de terapia específica y nutricional. Hubo relación entre severidad del daño nutricional y cambios inmunológicos. *An Venez Nutr* 1992;5:31-6

PALABRAS CLAVE: Desnutrición, linfocitos T, linfocitos B, inmunoglobulinas, complemento.

Introducción

La desnutrición calórico-proteínica afecta la resistencia del organismo frente a agentes infecciosos a través de diversos cambios en el sistema inmunológico, de los cuales los más resaltantes se presentan en el sistema de complemento y en la inmunidad mediada por células. En relación al complemento hay disminución de las fracciones C3a, C3b, Factor B y de la actividad funcional total (CH₅₀). En la inmunidad mediada por células se encuentra una disminución en el número y en la capacidad funcional de la población de linfocitos T (1-4).

Los cambios reportados en la inmunidad humoral y población de linfocitos B no han sido consistentes (4,5). Los niveles de inmunoglobulinas en el niño desnutrido pueden ser normales o elevados, independientemente de las cifras de proteínas totales; pero cuando se elevan es por predominio de la IgA (6-8).

Las alteraciones del sistema, inmune a consecuencia de la desnutrición, representan la primera causa de inmunodeficiencia adquirida en el mundo. La pérdida de la inmunocompetencia es más evidente en los cuadros de desnutrición moderada y grave (marasmo y kwashiorkor), ocurre paralelamente a la pérdida de peso y mejora con la terapia nutricional.

Este compromiso de la función inmunitaria en el individuo desnutrido favorece el aumento en la prevalencia y severidad de las enfermedades infecciosas. De esta manera, el estado nutricional puede ser un determinante crítico en la forma como evoluciona y termina un proceso infeccioso, al modular la respuesta inmunológica.

En los niños desnutridos y más en aquellos que requieren hospitalización, las infecciones complican seriamente su evolución, al presentar una duración y severidad mayor, estar causadas por patógenos intrahospitalarios, ocasionar hiporexia severa y afectar adversamente los niveles de proteínas, calorías, vitaminas y minerales (9-12).

1. Médico Inmunológico. Profesor Titular, Universidad de Carabobo. Investigador Asociado UINC.
2. Médico Nutrólogo. Investigador Jefe UINC.
3. Lic. Bioanálisis. Departamento de Microbiología. Universidad de Carabobo.
4. Estudiantes de Bioanálisis. UC.

Solicitar copias a Liseti Solano. UINC. Apartado Postal 3458. Valencia, 2002-A, Venezuela.

Apoyo recibido: Fundación Cavendes. Universidad de Carabobo.

En este proyecto se evaluó el estado inmunológico de niños considerados en riesgo nutricional, mayores de 3 meses y menores de 6 años, a través de distintos parámetros de la respuesta inmune. A los fines de este trabajo se definieron como niños en riesgo nutricional aquellos que presentaban cuadros infecciosos, diarreicos o respiratorios, de severidad suficiente para requerir hospitalización.

También se relacionaron los cambios inmunológicos con la severidad del daño nutricional y con la patología infecciosa asociada.

Material y métodos

Se estudiaron 55 niños lactantes y pre-escolares (>3 meses-<6 años) que ingresaron al Hospital Universitario "Dr. Angel Larralde", de Valencia, por cuadros de diarrea o de infección respiratoria. El grupo control estuvo constituido por 16 niños aparentemente sanos, apareados por edad y estrato social, nutricionalmente normales y sin síntomas o signos de cuadros infecciosos. Los niños en estudio, tanto los hospitalizados como los controles, conforman una muestra no probabilística de tipo aleatorio.

La evaluación clínico y de laboratorio de los pacientes se repitió a la semana del ingreso y en algunos casos, a la segunda o al momento del egreso. Como el rango de días de hospitalización fue de 6 a 10, el tamaño de la muestra para la segunda evaluación (8 días después del ingreso), se redujo a 25 pacientes.

El estudio inmunológico, en cada evaluación, se inició con la extracción de sangre, realizándose inmediatamente después de la recolección, el conteo leucocitario por dilución y conteo linfocitario por estudio del frotis, separación y conteo de subpoblaciones T y B de linfocitos por el método de formación de rosetas con glóbulos rojos de carnero (13) y por detección de Inmunoglobulina de superficie (14).

En suero se midieron las inmunoglobulinas A, G y M y las fracciones 3 y 4 de complemento, por el método de Inmunodifusión radial, según Mancini (15).

El análisis estadístico se realizó comparando las medias aritméticas por el t de Student, entre los pacientes y los controles y luego, entre la evaluación inicial y la de la semana. El nivel de significancia para p se fijó en < 0,05.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los casos distribuidos según el estado nutricional y la patología de base. De los 55 niños hospitalizados, un 78,8% presentaban infección respiratoria (IR) (neumonía y bronconeumonía), y el 21,2% ingresó por diarrea (ED). Desde el punto de vista nutricional, 27 fueron clasificados como normales o no desnutridos y los restantes presentaron algún grado de desnutrición, de acuerdo a las relaciones de peso/edad, talla/edad y peso/talla, según las tablas de FUNDA-CREDESA-INN-USB (16-17).

Cuadro 1
Distribución de frecuencia, según estado nutricional y tipo de patología presente en lactantes y pre-escolares hospitalizados. Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia, 1991

Estado nutricional	Patología presente			
	Enfermedades respiratorias		Enfermedades diarreicas	
	n	%	n	%
Sobre la norma (n=1)	0	—	1	8,3
Normal (n=1)	1	2,3	0	—
Zona crítica (n=25)	22	51,1	3	25,0
Desnutridos leves (n=15)	12	27,9	3	25,0
Desnutridos moderados (n=9)	6	13,9	3	25,0
Desnutridos graves (n=4)	2	4,6	2	16,6
TOTAL	43	78,1	12	21,8

La casi totalidad de los niños no desnutridos se ubicaron en el área de zona crítica, lo cual es de gran importancia ya que a pesar de no poder ser clasificados como desnutridos al momento del ingreso, su riesgo de deterioro frente a la infección es mayor.

La población de linfocitos T se encontró significativamente disminuida en ambas patologías (IR ó ED), mientras que los linfocitos B de los niños con diarrea fueron significativamente menores que en los controles y que en los casos con infecciones respiratorias (Cuadro 2).

Cuadro 2
Valores estadísticos de linfocitos T y B en los niños estudiados, clasificados según el tipo de patología presente¹ Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia, 1991

%	Control (n=16)	Enfermedad diarreica (n=12)	Infecciones respiratorias (n=43)
Linfocitos T	52,3 ± 7,9	38,32 ² ± 8,2	37,32 ² ± 10,4
Linfocitos B	20,1 ± 6,4	16,3 ² ± 5,4	21,0 ± 4,97

1. Valores expresados como x ± D.S.

2. P < 0,05 vs Control.

Las inmunoglobulinas séricas (Cuadro 3) no mostraron diferencias estadísticas entre los niños hospitalizados y los controles. Al comparar los casos de ED con los de IR se observa que los niños con diarrea presentaron niveles más bajos, aún cuando esta disminución no alcanzó significado estadístico.

En el mismo Cuadro se comparan las fracciones de complemento entre los grupos patológicos y los controles, encontrándose una disminución de ambas fracciones en los niños con diarrea, con significación estadística sólo para C3. Al comparar las dos fracciones, entre los niños con ED y los que tenían IR se nota que ambos valores son significativamente más bajos en los que tenían diarrea.

El análisis, según el estado nutricional, permitió mos-

Cuadro 3
Valores estadísticos de inmunoglobulinas séricas y fracciones de complemento en los niños estudiados, clasificados según el tipo de patología presente¹
Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia, 1991

	Control (n=16)	Enfermedad diarreica (n=12)	Infecciones respiratorias (n=43)
IgA	67,1 ± 36,5	62,5 ± 46,4	85,3 ± 42,3
IgG	1134,9 ± 135,4	0,74 ± 293,5	1119,9 ± 334,7
IgM	134,4 ± 41,0	154,3 ± 53,6	165,4 ± 74,8
Frac. 3 Complemento	159,6 ± 31,5	105,2 ² ± 52,6	169,1 ³ ± 42,1
Frac. 4 Complemento	36,8 ± 10,6	28,6 ± 15,1	40,6 ³ ± 12,6

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $P < 0,05$ vs Control.
3. $p < 0,05$ vs Diarreas.

trar que para los linfocitos T, tanto los desnutridos como los no desnutridos tenían valores menores que el grupo control. Al comparar entre sí a los grupos de pacientes se encuentra que a pesar de que la diferencia no es estadísticamente significativa, los niveles de linfocitos T son más bajos en los desnutridos (Cuadro 4). Los linfocitos

Cuadro 4
Valores estadísticos de linfocitos T y B en los niños estudiados, clasificados según el estado nutricional¹
Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia, 1991

%	Control (n=16)	No desnutridos (n=27)	Desnutridos (n=28)
Linfocitos T	52,3 ± 7,9	40,1 ² ± 9,0	35,0 ² ± 10,2
Linfocitos B	20,1 ± 6,4	19,6 ± 3,9	17,4 ± 6,3

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $P < 0,05$ vs Control.

B no mostraron diferencias significativas en ninguna de las comparaciones. Se debe tener en cuenta que el grupo de pacientes no desnutridos estaba compuesto en su mayoría por niños en zona crítica y que en el grupo de desnutridos predominaba la desnutrición leve, situación que los hace relativamente similares y que, desde el punto de vista inmunológico, podría explicar que no existieran diferencias significativas entre ellos.

Los niveles de inmunoglobulinas y fracciones de complemento séricas, de acuerdo al estado nutricional, se muestran en el Cuadro 5. En los niños desnutridos, la inmunoglobulina A es más alta, existiendo diferencia significativa al compararla con el grupo de niños no desnutridos y los controles.

Por el contrario, la fracción 3 de complemento es menor en los desnutridos que en el grupo control y el de niños no desnutridos, aún cuando no alcanza significado

Cuadro 5
Valores estadísticos de inmunoglobulinas séricas y fracciones 3 y 4 de complemento en los niños estudiados, clasificados según el estado nutricional¹

	Control (n=16)	No desnutridos (n=27)	Desnutridos (n=28)
IgA ($\mu\text{g/dL}$)	67,1 ± 36,5	66,1 ± 37,3	94,0 ² ± 45,9 ³
IgG ($\mu\text{g/dL}$)	1134,9 ± 135,4	1033,2 ± 356,2	1141,4 ± 297,5
IgM (mg/dL)	134,4 ± 41,0	173,0 ± 90,3	153,3 ± 44,0
C3 ($\mu\text{g/dL}$)	159,6 ± 31,5	164,8 ± 56,1	146,0 ± 45,8
C4 ($\mu\text{g/dL}$)	36,8 ± 10,6	39,2 ± 16,2	36,9 ± 11,6

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $p < 0,05$ vs Control.
3. $p < 0,05$ vs No desnutridos.

estadístico. Se debe hacer notar que en los niños no desnutridos los valores, tanto de C3 como de C4 son ligeramente más altos que en los controles y los desnutridos.

En el Cuadro 6 se analizan los resultados en base a la gravedad del daño nutricional, agrupados en leves ($n=15$) y moderados-graves ($n=13$). Se nota que ambos subgrupos

Cuadro 6
Valores estadísticos de linfocitos T y B en los niños estudiados, clasificados según el grado de alteración nutricional¹
Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia, 1991

%	Control (n=16)	Desnutridos leves (n=15)	Desnutridos moderados y graves (n=13)
Linfocitos T	52,3 ± 7,9	38,8 ² ± 9,4	30,6 ² ± 7,5 ³
Linfocitos B	20,1 ± 6,4	18,4 ± 4,8	17,7 ± 6,8

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $p < 0,05$ vs Control.
3. $p < 0,05$ vs Desnutridos leves.

tienen valores circulantes de linfocitos T significativamente más bajos que los controles. Al comparar estos subgrupos entre sí, se observa que los niños con desnutrición moderada y grave presentan valores significativamente menores de estos linfocitos que los desnutridos leves.

Para los linfocitos B no existió diferencia significativa, aún cuando los valores tienden a ser más bajos entre los desnutridos moderados-graves.

Los valores de inmunoglobulinas presentados en el Cuadro 7 indican que la IgA se eleva, tanto en los desnutridos leves como en los moderados-graves, alcanzando diferencia significativa en los primeros. Para las otras inmunoglobulinas, no hubo cambios importantes.

Cuadro 7
Valores estadísticos de inmunoglobulinas séricas y fracción 3 y 4 de complemento en los niños estudiados, clasificados según el grado de alteración nutricional¹
Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia 1991

	Control (n=16)	Desnutridos leves (n=15)	Desnutridos moderados y graves (n=13)
IgA (µg/dL)	67,1 ± 36,5	100,72 ± 45,2	86,2 ± 47,2
IgG (µg/dL)	1134,9 ± 135,4	1205,4 ± 297,5	1067,6 ± 291,3
IgM (µg/dL)	134,4 ± 41,0	154,7 ± 44,5	151,8 ± 45,2
C3 (µg/dL)	159,6 ± 31,5	163,3 ± 44,2	126,02 ± 40,23
C4 (µg/dL)	36,8 ± 10,6	38,2 ± 9,7	35,4 ± 13,7

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $p < 0,05$ vs Control.
3. $p < 0,05$ vs Desnutridos leves.

La comparación de las fracciones 3 y 4 del complemento, muestran disminución marcada en la fracción 3, con significación estadística en los desnutridos moderados y graves cuando se comparan con los controles y desnutridos leves. Para C4 no existen diferencias entre los grupos.

Para evaluar los cambios posteriores a la hospitalización, se compararon los valores de linfocitos T y B al ingreso con los obtenidos a la semana de acuerdo al estado nutricional. Se muestra que sólo hubo aumento significativo para la población de linfocitos T en los desnutridos (Cuadro 8).

Cuadro 8
Valores estadísticos de linfocitos T y B en los niños estudiados al ingreso y a la semana, clasificados según el estado nutricional¹
Hospital Universitario "Angel Larralde". Valencia 1991

	No desnutridos		Desnutridos	
	Ingreso (n=27)	Semana (n=10)	Inicio (n=28)	Semana (n=15)
Linfocitos T	40,1 ± 9,0	42,9 ± 10,5	35,0 ± 10,2	44,72 ± 11,3
Linfocitos B	19,6 ± 3,9	19,3 ± 7,8	17,4 ± 6,3	18,4 ± 6,1

1. Valores expresados como $x \pm D.S.$
2. $p < 0,05$ vs al inicio.

En las inmunoglobulinas y fracciones de complemento existe tendencia a la mejoría, pero en ningún caso la diferencia es estadísticamente significativa.

Discusión

Los cambios significativos en los linfocitos T y en la fracción 3 de complemento, de acuerdo al análisis según el estado nutricional o el cuadro nosológico presente, indican la estrecha interacción de ambas condiciones sobre la respuesta inmunológica, como lo han mencionado otros autores (18,19).

El hallazgo de linfocitopenia T, tanto en la ED como en las IR concuerda con lo presentado por Veli-Matti en 1985 en infantes (20).

Las inmunoglobulinas y las fracciones 3 y 4 de complemento fueron menores en la ED, lo que aunado a la disminución de los linfocitos T y complemento, parece sugerir que en estos niños la diarrea fue el cuadro patológico que afectó con mayor intensidad al estado inmunológico y de modo muy importante a la respuesta linfocitaria T y de complemento.

Nuestros hallazgos de linfocitopenia T coinciden con reportes de Chandra en niños con diarrea y desnutrición (21). Por su parte, Koster y Hurtado han revisado datos sobre la relación diarrea-sistema inmunológico que coinciden con los resultados de este trabajo (22,23). Pero la evidencia general a este respecto no es concluyente, por lo que la OMS recomienda la realización de nuevas investigaciones para tratar de establecer más claramente estas relaciones (24,25).

La linfocitopenia T observada en los niños hospitalizados al analizarlos de acuerdo al diagnóstico nutricional, ligeramente más evidente en los no desnutridos, coincide parcialmente con lo reportado en desnutrición moderada y grave. Se señala que la disminución del número de leucocitos y linfocitos circulantes es a predominio de los linfocitos T y su sub-población supresora. En esos reportes, el porcentaje de linfocitos T formadores de rosetas disminuye, con un aumento relativo en la proporción de células nulas (linfocitos no diferenciables como T ó B) (21,26-28). En los pacientes desnutridos aquí evaluados, se puede observar que este fenómeno se cumple, a pesar de que la mitad de los pacientes eran desnutridos leves, lo que hace pensar que en ellos la asociación de un proceso infeccioso influyó de modo importante en la respuesta medida por células. Esta última consideración explicaría también el hallazgo de linfocitopenia T en el grupo de los no desnutridos.

El aumento importante en el conteo de linfocitos T encontrado en los niños desnutridos de este estudio, cuando se analizaron a la semana de tratamiento específico y nutricional, coincide con otros reportes (29,30).

Sobre los niveles circulantes de linfocitos B, la información es escasa y no permite llegar a conclusiones. Así, Bang reporta elevación de los linfocitos B en desnutridos con infecciones concomitantes, mientras que Chandra, en cambio, sólo describe cambios funcionales (5,6). En relación a este aspecto, se cree que la sola presencia de endotoxemia, causada por un proceso infeccioso específico, diarreico o respiratorio, es capaz de modificar estos niveles (30-32).

Los cambios en las gammaglobulinas también son variables, pero cuando se encuentran elevadas, el incremento generalmente es en base a IgA, como un reflejo de las frecuentes infecciones respiratorias y digestivas (6,33,34). Este estudio coincide con estos reportes y

probablemente la IR contribuyó especialmente a esa elevación, más aún, ante el hallazgo de una IgA dentro de los valores normales en los niños con diarrea.

El aumento de la inmunoglobulina A fue mayor en los desnutridos leves, lo cual pudiera sugerir que en ellos se conserva mejor la capacidad de síntesis de esta inmunoglobulina por el hígado, así como se mantiene la respuesta de elevación frente a los estímulos presentes en el tracto respiratorio o digestivo.

En el grupo de desnutridos existió una marcada disminución de la fracción 3 de complemento, más evidente en los desnutridos moderados y graves, como cambios leves en la fracción C4. Este hallazgo coincide plenamente con lo reportado por Blumenstock, quien propone que estas alteraciones son el resultado de la activación del complemento *in vivo*, frente a estímulos infecciosos y a una disminución de la síntesis de las diversas proteínas del complemento, característica propia del desnutrido (12). Este déficit puede aumentar el riesgo de infecciones bacterianas, por gérmenes Gram-negativos y virus (35-37).

El aumento de las fracciones de complemento en el grupo de pacientes no desnutridos apoya la hipótesis de que la reacción normal en niños bien nutridos frente a una infección, es la elevación del complemento en respuesta al aumento de su gasto por el proceso inflamatorio (35), lo cual no se ve en los desnutridos, tal como sucedió en este estudio.

Los datos a la semana de ingreso, analizados según el estado nutricional, reportan mejoría significativa de los niveles de linfocitos T, tanto en los no desnutridos como en los desnutridos y elevación de la IgA en los desnutridos, sin cambios en las fracciones de complemento, lo que coincide con hallazgos que señalan el restablecimiento rápido de la inmunocompetencia (30,36-38).

Debe tomarse en cuenta que dado el pequeño número de pacientes que permanecían a la semana, estos últimos datos deberán ser interpretados con cuidado.

Podemos concluir que se encontraron cambios inmunológicos importantes en los pacientes desnutridos y con un proceso infeccioso agudo, especialmente aquellos que ingresaron por diarrea. Se concluye también que los linfocitos T y la fracción 3 de Complemento son los componentes del sistema inmune más sensibles a los procesos de infección y desnutrición.

Agradecimiento

Al Sr. Alfredo Monsalve, por su colaboración en la obtención de los glóbulos rojos de carnero.

Referencias

1. Koster FT, Palmer DL, Chakraborty J, Jackson T, Curling GC. Cellular immune competence and diarrheal morbidity in malnourished Bangladeshi children: a prospective field study. *Am J Clin Nutr* 1987;46:115-20.

2. Castillo-Duran C, Heresi G, Fisberg M, Uauy R. Controlled trial of zinc supplementation during recovery from malnutrition: effects on growth and immune function. *Am J Clin Nutr* 1987;45:602-8.
3. Dallman PR. Iron deficiency and the immune response. *Am J Clin Nutr* 1987;46:329-34.
4. Golden MHN, Golden BE, Bennett FI. Relationship of trace element deficiencies to malnutrition. En: Chandra RK, ed. *Trace elements in nutrition of children* Nestlé Nutrition. Nueva York: Vevey/Raven Press 1985;85-207.
5. Bang BJ, Mahalanabis D, Mukherjee KL, Bang F, T and B lymphocyte rosetting in undernourished children. *Proc Soc Exp Biol Med* 1975;149:199-203.
6. Chandra RK. Cell-mediated immunity in fetally and postnatally malnourished children from India and Newfoundland. En: Suskind RM, ed. *Malnutrition and the immune response*. Nueva York: Raven Press 1977:111-6.
7. Chandra RK, Newberne PM. *Nutrition, immunity and infection*. Nueva York: Plenum Press, 1977.
8. Bendich A, Chandra RK, ed. *Micronutrients and Immune functions*. *Ann NY Acad Sci* 1990;587:1-320.
9. Solomons NW. Rehabilitating the severely malnourished infant and child. *J Am Dietet Assoc* 1985;85:28-36.
10. Lipman TO. The diagnosis of protein calorie malnutrition in the hospital. En: *Overview of nutrition support, Part 1, 11th Clinical Congress*. Aspen, Nueva Orleans 1987:3-9.
11. Turk P. *Malnutrition and infection. Food for thought*. Institute for Human Nutrition. Georgia 1985;7:31-2.
12. Blumenstock FA. Effect of malnutrition on plasma proteins involved in the immune response. En: *Overview of nutrition support, Part 1, 11th Clinical Congress*. Aspen. Nueva Orleans 1987;29-37.
13. Chess L, Schlossman SF. Methods for the separation of unique human lymphocyte subpopulations. En: Rose and Friedman, ed. *Manual of Clinical Immunology*. American Society for Microbiology, Washington DC 1980:213-28.
14. Stites DP. Clinical laboratory methods of detecting cellular immune function. En: Fundenberg, Sites, Caldwell, Wells ed., *Basic and Clinical Immunology*. Lange Medical Publications. Los Angeles. California 1980:382-97.
15. Kallestad Laboratories Inc. Mancini-McKelvey technique immunoglobulin and complement test kits. Revised. California 1985.
16. Instituto Nacional de Nutrición. *Tablas de evaluación nutricional*. Oficina Mundial de la Salud (OMS). Caracas, 1985.
17. Hernández de Valera Y, Henríquez G, Correa C. Evaluación nutricional antropométrica. En: López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, (ed.) *Manual de crecimiento y desarrollo*. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. Fundacredesa. Serono. 1991;16-23. Caracas.
18. Keusch GT. The complex biology of infections. En: Harper AE & Davis GK, ed. *Nutrition in health and disease and international development*. Nueva York: AR Lisso Inc 1982:237-246.

19. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Nueva York: Oxford University Press 1990:1-691.
20. Veli-Matti T. Lymphocyte subsets in infants: relationship to feeding, atopy, atopic heredity and infections. *Int Archs Allergy Appl Immun* 1985;78:305-10.
21. Chandra RK. Malnutrition and immunocompetence. En: Bellanti JA, ed. *Acute diarrhea: Its nutritional consequences in children*, Nestlé Nutrition. New York: Vevey/Raven Press 1983:161-2.
22. Koster FT. Immunological deficiencies related to diarrheal diseases. En: Bellanti JA, ed. *Acute diarrhea: Its nutritional consequences in children*, Nestlé Nutrition. New York: Vevey/Raven Press 1983:51-160.
23. Hurtado RC. Diarrhea and immunity. En: Bellanti JA, ed. *Acute diarrhea: Its nutritional consequences in children*, Nestlé Nutrition. New York: Vevey/Raven Press 1983:161-2.
24. World's Health Organization (WHO). Recent advances in research on feeding during and after diarrhea. Geneva WHO/CDD/DDM/85.4. Annex 2 1985:8-16.
25. Willet W. *Nutritional Epidemiology*. New York: Oxford University Press 1990:1-396.
26. Chandra RK, Puri S. Trace element modulation of immune responses and susceptibility to infection. En: Chandra RK, ed. *Trace elements in nutrition of children*. Nestlé Nutrition. Nueva York: Vevey/Raven Press 1985:87-105.
27. Keusch GT, Wilson CS, Waksal SD. Nutrition, host defenses and the lymphoid system. En: Gallin JL, Fauci AS. ed. *Advances in host defense mechanisms, Vol 2*, New York: Vevey/Raven Press 1983.
28. Abbott WC, Tayek JA, Bistrrian BR, Maki T, Ainsley BM, Reid LA, Blackburn GL. The effect of nutritional support of T-lymphocyte subpopulations in protein-calorie malnutrition. *J Amer Coll Nutr* 1986;5:577-84.
29. Law D, Dudrick SJ, Abdou NI. Immunocompetence of patients with protein-calorie malnutrition. The effects of nutritional repletion. *Ann Intern Med* 1973;79:545-50.
30. Anonymous. Update in Immunonutrition Symposium. *Nutrition* 1990;6:1-106.
31. Neumann CG, Lawlor GJ, Stiehm ER, Swendseid ME, Newton C, Herbert J, Ammann AJ, Jacob M. Immunologic responses in malnourished children. *Am J Clin Nutr* 1975;28:89-104.
32. Kleimann AA, Uberoi IS, Chandra RK, Mehra VL. The effect of nutritional status on immune capacity and immune responses in preschool children in a rural community in India. *Bull WHO* 54:477-83. 1976.
33. Chandra RK. Immunoglobulins and antibody response in protein-calorie malnutrition. En: Suskind RM, ed. *Malnutrition and the immune response*. New York: Vevey/Raven Press 1977:155-68.
34. Chandra RK. Nutrition and Immunology. En: *Contemporary Issue in Clinical Nutrition*. New York: Alan R Liss, Inc 1988;(11):1-342.
35. Atkinson JP. Complement deficiency. *Am J Med* 1988;85:45-7.
36. Mata L, Urrutia JJ, Simhon A. Infectious agents in chronic diarrhea of childhood. En: Lebenthal E, ed. *Chronic diarrhea in children*. New York Raven Press 1986:135-48.
37. Lutter CK, Mora J, Habich JP, Rasmussen M, Robson DS, Herrera GM. Age-specific responsiveness of weight and length to nutritional supplementation. *Am J Clin Nutr* 1990;51:359-64.
38. Chandra RK. Malnutrition and immunocompetence. En: Bellanti JA, ed. *Acute diarrhea: Its nutritional consequences in children*, Nestlé Nutrition. New York: Vevey/Raven Press 1983:161-2.

Immunologic assessment of children at risk of undernutrition

ABSTRACT Undernutrition is a frequent problem in poor countries, which causes immune response changes and is associated with enteral and respiratory infections. Fifty-five infants and preschoolers admitted to the hospital, diagnosed as diarrhea (D) or respiratorial infection (Pneumonia, P), classified according to their nutritional status and system healthy children were studied as controls. Lymphocyte T and B populations (Rosetting and surface immunoglobulin), A, G and M immunoglobulin, C₃ and C₄ (RID) were measured. Lymphocyte populations were diminished in both, D and P cases, but in the diarrheic children, immunoglobulin A and C₃ were also diminished, indicating that there was a bigger damage to the immune response. For those children where infectious disease and undernutrition co-existed, a mayor deterioration of the immune system was found, with reduction of T and B circulating lymphocytes and C₃. After specific and nutritional therapy, and increase of T and B lymphocytes were found, specially in undernourished children, suggesting the important influence that the nutritional and metabolic status play on the immune response. *An Venez Nutr* 1992;5:31-6

KEY WORDS: Undernutrition, T lymphocyte, B lymphocyte, immunoglobulin, complement.