

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MEDICAS DE LA HABANA

Cambios fisiopatogénicos durante la evolución de la desnutrición proteico-energética. IV. Homeorresis

Dr. Manuel Amador*

Dra. Mirta Hermelo**

Amador, M.; M. Hermelo: *Cambios fisiopatogénicos durante la evolución de la desnutrición proteico-energética. IV. Homeorresis.*

Se informa que la homeorresis es un estado de adaptación al que llega el individuo en crecimiento, que recibe un aporte insuficiente de energía y nutrientes por un tiempo relativamente prolongado, pero siempre por encima de las necesidades del metabolismo basal. Se expresa que el fenómeno adaptativo equilibra el desbalance inicial, a lo que contribuye el enlentecimiento de la velocidad de crecimiento longitudinal y de ganancia en masa corporal, que se reduce proporcionalmente de forma tal que se equilibran el peso y la talla. Se señala que los criterios diagnósticos de homeorresis son: déficit estatural; peso para la talla en equilibrio; ausencia de signos clínicos de desnutrición; edad biológica inferior a la cronológica; composición corporal normal para la edad biológica; capacidad física de trabajo disminuida y retardo en el aprendizaje. Se informa que desde el punto de vista bioquímico, lo más relevante fueron los bajos valores del índice creatinina/talla y del cociente hidroxiprolina/creatinina. Se manifiesta que el homeorrético es un sujeto física y psíquicamente limitado, lo que tiene hondas repercusiones individuales y colectivas; éstas últimas, sobre todo, se presentan en comunidades con alta prevalencia de desnutrición proteico-energética.

INTRODUCCION

La acentuación generalmente brusca del desequilibrio nutricional en el desnutrido en etapa de compensación más allá de las posibilidades del organismo para mantener el equilibrio homeostático, puede conducir a la ruptura de éste, es decir a la descompensación.¹ Sin embargo, cuando dicho desequilibrio se prolonga y se mantiene dentro del margen de una determinada magnitud, sin oscilaciones bruscas, las reservas histológicas del sujeto desnutrido se van agotando gradualmente y, con ello, se hace

* Profesor Titular de Pediatría. Candidato a Doctor en Ciencias y Vicedirector General del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA).

** Profesora Titular de Bioquímica. Candidata a Doctor en Ciencias. Departamento de Bioquímica del Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón".

cada vez más difícil mantener la homeostasis hasta entonces mantenida por medio de diversos ajustes durante la etapa de compensación.

Estos ajustes comprenden 3 fases descritas por Ramos Galván,² como: *balance negativo u homeostasis inmediata* (fase aguda); *destensión del crecimiento y desarrollo u homeostasis mediata* (fase subaguda) y *adaptación u homeostasis tardía* (fase crónica) (figura 1).

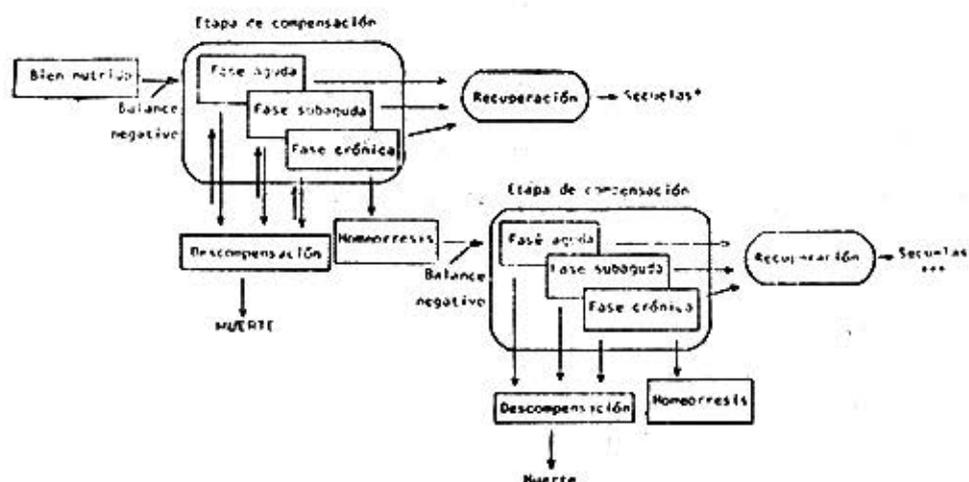


Figura 1. Esquema que muestra las etapas evolutivas de la desnutrición proteico energética, que incluye las 3 fases de la etapa de compensación. Obsérvese cómo la homeorresis alcanzada en el primer proceso de desnutrición puede ser punto de partida de un nuevo desequilibrio nutricional.

En este caso, en vez de producirse una ruptura brusca del equilibrio homeostático se establece un nuevo y final equilibrio: la homeorresis. Este fenómeno adaptativo culmina el proceso de ajustes iniciado en la fase aguda y que se caracteriza por la desaceleración del ritmo de crecimiento, del que resulta un individuo de baja estatura, cuyos requerimientos de energía y nutrientes se han equilibrado, no porque se haya incrementado su aporte, sino porque el organismo se ha adaptado a sobrevivir con un aporte reducido.

Este concepto de homeorresis es altamente controvertido. Según Ramos Galván,³⁻⁵ el sujeto en homeorresis no es en sí un desnutrido, ya que en él no existe un real desequilibrio nutricional, lo que se expresa antropométricamente por un peso para la talla en equilibrio, o lo que es igual, un peso/edad y una talla/edad equivalentes pero no correspondientes a la edad cronológica. El término homeorresis significa "alcanzar un nuevo equilibrio", en contraposición al de homeostasis, que significa "mantener el equilibrio original".

En la figura 2 se esquematizan las 3 posibles vías evolutivas de un sujeto desnutrido en etapa de compensación: hacia la descompensación; a la recuperación y hacia la homeorresis. Nos interesa ahora enfatizar en este último paso evolutivo, que requiere como antecedente el paso previo por

la etapa de compensación y que hemos expresado de forma más completa en la figura 1.

El fenómeno adaptativo no implica necesariamente que las 3 fases intermedias descritas se hagan netamente evidentes, sino que en muchas ocasiones los propios mecanismos homeostáticos pueden reducir la pérdida de peso, y el balance energético se restablece a un nivel más bajo,⁶ sin que se produzca un franco desbalance entre la masa corporal y la longitud del sujeto.

Existen evidencias de que un sujeto puede adaptarse a un aporte limitado de nutrientes y, sobre todo, de energía a través de variaciones fisiológicas. La adaptación se define como la diferencia o cambio que reduce la tensión fisiológica producida por un componente estresante del medio ambiente, y la variación como una referencia o cambio que puede o no tener beneficios fisiológicos para el sujeto.⁶ La mayoría de las poblaciones que tienen bajos ingresos energéticos tienen pesos corporales y estaturas más bajas que aquéllas con aporte adecuado.

En el clásico estudio de desnutrición de Minnesota,⁷ el aporte energético suministrado a 32 hombres jóvenes se redujo aproximadamente al 50% por 24 semanas. El peso corporal cayó en el 24%, pero al final del experimento se había estabilizado. Esos sujetos se habían adaptado y reducido su gasto energético como resultado de una reducción de su masa corporal, su actividad física y su actividad metabólica: el metabolismo basal bajó el 39%, lo que representa una reducción mayor que la caída del peso corporal; 1/5 de la caída en el metabolismo basal puede expli-

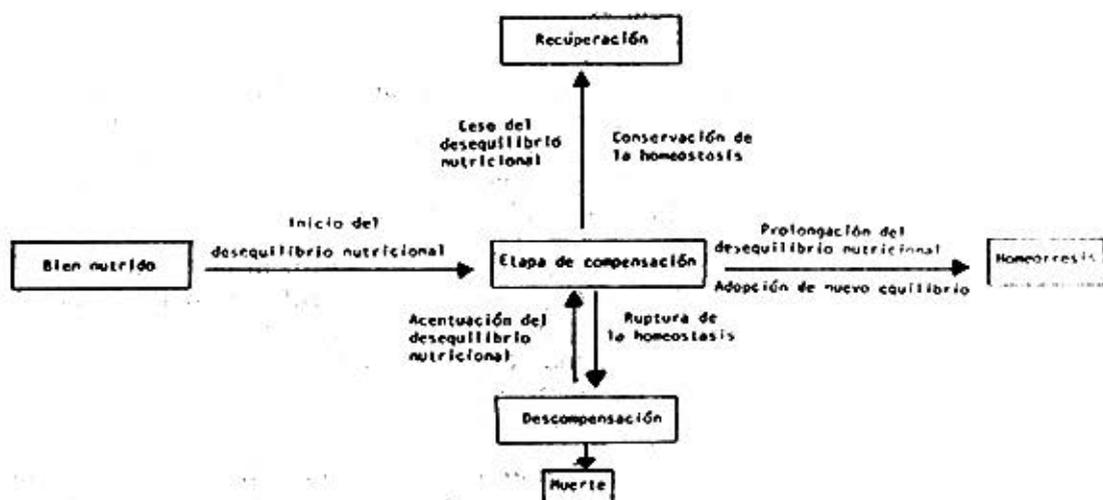


Figura 2. Esquema que muestra las 3 posibles vías evolutivas a partir de la etapa de compensación de la desnutrición proteico energética y los procesos que llevan a cada una de ellas.

carse por reducción de la actividad metabólica y el resto por reducción de la masa corporal, especialmente la masa magra. En la desnutrición crónica todas las reducciones de la tasa metabólica basal pueden ser atribuidas a la reducción de la masa celular activa.⁸

En la figura 3, se representan los cambios que ocurren la composición corporal del sujeto en homeorresis en comparación con dos formas clínicas de desnutrición: el marasmo nutricional y el kwashiorkor. El homeorrético tiene una reducción en la masa celular activa que es proporcional a su masa corporal total —también reducida—, mientras en los sujetos marasmáticos y edematosos esta reducción es proporcionalmente mayor.

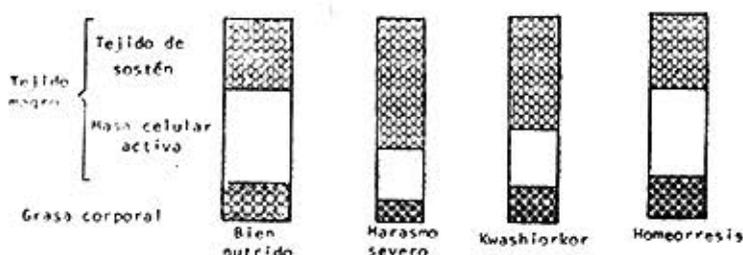


Figura 3. Cambios en la composición corporal en desnutridos y homeorréticos: en todos hay disminución de la masa corporal total con relación al bien nutrido. Desde el punto de vista relativo, en los desnutridos hay disminución de la masa celular activa y en el marasmo también de la grasa corporal. En el homeorrético, la reducción de la masa celular activa es proporcional a la de la masa corporal total.

Al recuperarse, por restitución del adecuado aporte proteico-energético, el desnutrido recupera la masa corporal y también la masa celular activa; en el homeorrético el aporte de energía más allá de las necesidades ajustadas incrementará la masa corporal a expensas de tejido adiposo en una proporción mayor que la de la masa celular activa.

Como se trata de un sujeto en etapa de crecimiento, la repercusión del aporte energético insuficiente prolongado puede no reflejarse tanto en la pérdida de peso como en una ganancia insuficiente de masa corporal acompañada de un incremento proporcional en la longitud del cuerpo. De esta forma, clínicamente el sujeto no mostrará una consunción evidente, sino que mantendrá una masa corporal en el equilibrio con su longitud.

En Guatemala, *Yarbrough y colaboradores*⁹ hallaron que el peso para la talla de niños crónicamente malnutridos era similar al de niños bien nutridos norteamericanos, en el rango de edades entre el nacimiento y los 6 años de edad. De esta forma, en el concepto de *Waterlow*,¹⁰ estos sujetos serán cortos (*student*) sin ser marcadamente emaciados (*wasted*).

La emaciación se produce sólo cuando la mala nutrición se hace tan severa que las reservas corporales son utilizadas para funciones metabólicas basales por períodos prolongados. Cuando el aporte energético es moderadamente deficiente por largo tiempo, la relación normal masa/longitud puede mantenerse; sólo cuando la energía disponible es menor que la requerida para las necesidades metabólicas basales es que la relación masa/longitud empieza a descender.¹¹

CRITERIOS CLINICO-ANTROPOMETRICOS DE HOMEORRESIS

Al describir clínicamente un niño en homeorresis, pudiéramos decir que representa un sujeto normal de edad cronológica inferior. Existe, por tanto, una disociación entre la edad cronológica y la edad biológica, pero en términos generales el retraso en la maduración suele ser de magnitud similar en todas las esferas (figura 4).

Ramos Galván² distingue tres momentos de máximo equilibrio o adaptación en la evolución del crecimiento de un sujeto crónicamente malnutrido. Estos tres momentos se sitúan al nacimiento, al finalizar la edad preescolar y al iniciarse la pubertad.

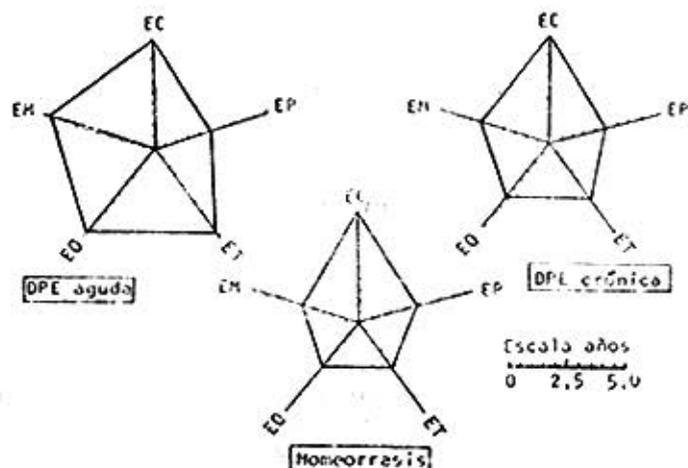


Figura 4. Afectación de la maduración en la desnutrición y en la homeorresis. En las formas agudas de desnutrición se ve afectada solamente la edad peso (EP), mientras en la crónica se ve afectada ya la maduración ósea (EO), la talla (ET) y el desarrollo psicomotor (EM), aunque es la EP la afectada en mayor proporción. En la homeorresis, ET, EO, EM y EP tienen una afectación proporcional, siendo la edad biológica inferior a la cronológica (EC)

El ejemplo más claro y más frecuentemente visto en nuestro medio de homeorresis es el crecimiento intrauterino retardado (CIUR). El recién nacido de bajo peso para su edad gestacional puede tener a la vez un bajo peso para la longitud o un peso en equilibrio con ésta. En el primer caso existirá una desnutrición crónica actual; en el segundo, el sujeto estará en homeorresis. La evolución del crecimiento en estos niños evidencia el efecto de la desnutrición intrauterina sobre el potencial genético de crecimiento del sujeto e influirá sobre su talla final. Esta influencia se hace evidente en el ritmo de crecimiento durante el primer año de vida.¹²⁻¹⁴

Para considerar que un sujeto dado se encuentra en homeorresis es necesario que exista el antecedente de una desnutrición de evolución prolongada, o al menos de un aporte reducido, fundamentalmente, de energía de suficiente duración para que se establezca el fenómeno adaptativo. Los elementos que caracterizan la homeorresis y que constituyen la base para su diagnóstico son:

Déficit estatural. Talla generalmente por debajo del percentil 10 (nanismo nutricional).

Peso para la talla. Por encima del percentil 10. Puede verse inclusive por encima del percentil 90.

Signos clínicos. De deficiencia proteico-energética ausentes.¹⁵

Signos clínicos o bioquímicos. De carencia de nutrientes específicos (minerales o vitaminas), que pueden estar presentes.

Edad biológica. Inferior a la cronológica. Retardo a un nivel similar de los distintos indicadores de maduración (figura 4).

Composición corporal. Normal para la edad biológica. Puede haber aumento del peso relativo en grasa. Hay reducción de la masa celular activa por unidad de masa corporal total.

Capacidad física del trabajo. Disminuida.

Aprendizaje. Retardado.

La homeorresis es un estado residual consecuencia de una privación proteico-energética prolongada, a la cual el organismo se ha adaptado. Lo que el sujeto ha dejado de ganar en masa corporal (en particular la magra) y en longitud, no se recupera y el incremento de masa y longitud se estabilizará, generalmente, a un nivel por debajo del tercer percentil (figura 5).

Esto no implica que el sujeto homeorrético no pueda sufrir un nuevo proceso de desequilibrio nutricional a partir de ese estado de adaptación. Basta que la energía disponible se reduzca por debajo de los requerimientos basales,¹¹ para que se inicie un nuevo proceso de desnutrición que aparece esquematizado en la figura 1 y que puede concluir en un nuevo proceso adaptativo en una segunda homeorresis.

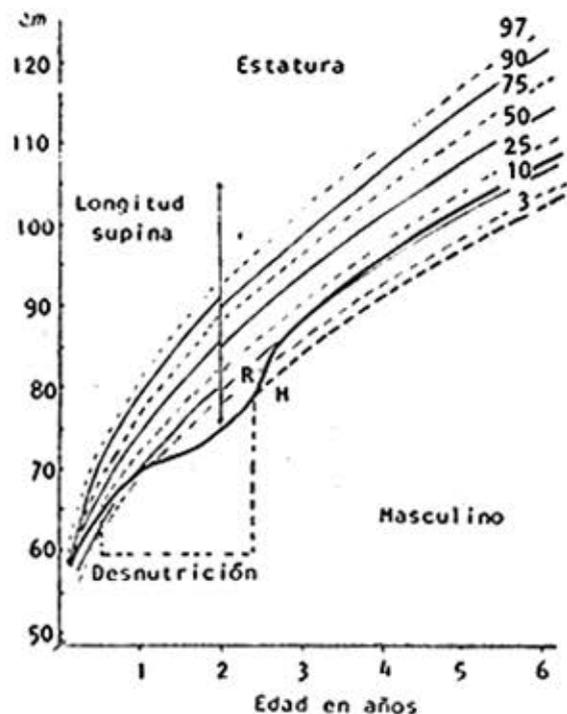


Figura 5. Evolución del crecimiento en la homeorresis (H) y en la recuperación (R). Al recuperarse el sujeto (R) incrementa su velocidad de crecimiento (catch-up) y sigue creciendo en un canal normal, pero inferior al previo a su desnutrición. El sujeto (H) se ha adaptado a un ingreso proteico-energético insuficiente y estabiliza su crecimiento por debajo del tercer percentil.

En ese momento, además de iniciarse un proceso de consunción, el crecimiento lineal llega al máximo de desaceleración y se detiene.¹⁶

Ya se expresó que, según Ramos Galván,^{2,4,5} este proceso adaptativo puede ocurrir en tres etapas de la vida del individuo en crecimiento.

Durante el quinquenio 1976-1980 fueron estudiados en el Servicio de Clínica de la Nutrición del Hospital Pediátrico "William Soler" un grupo de 69 desnutridos de 4 a 6 años de edad cronológica (33 niños y 36 niñas.) Entre los primeros, 12 tenían una desnutrición proteico-energética ligera; 11 moderada o severa y 10 estaban descompensados. Los segundos se distribuían en 14, 12 y 10, respectivamente. Las causas de desnutrición fueron diversas, generalmente secundarias a afecciones de base. También se estudiaron en el período señalado 30 niños del mismo rango de edades en homeorresis. (14 niños y 16 niñas).

A estos pacientes se les realizó un estudio antropométrico que incluyó la toma de peso corporal, estatura, estatura sentado, circunferencia cefálica, circunferencia torácica, circunferencia del tercio medio del brazo y pliegues de grasa tricipital y subescapular y se siguió la metodología recomendada por el Programa Biológico Internacional,¹⁷ donde se obtuvieron, además, los siguientes índices: áreas de grasa (AG) y de músculo (AM) del tercio medio del brazo¹⁸ y cociente AG/AM; peso corporal en grasa por medio de las rectas de regresión de Dugdale y Griffiths¹⁹ para peso, talla y dos pliegues de grasa, donde se obtuvo el peso magro (PM)

por diferencia con el peso corporal (PC); índice energía/proteína (E/P), según *Amador y colaboradores*,²⁰ y el índice AKS, según *Mutscherk*.²¹ Se obtuvieron las medias y las desviaciones estándares de estos índices para cada grupo de desnutridos y homeorréticos (niñas y niños por separado), y los valores obtenidos fueron comparados entre sí y con dos grupos de 24 niños y 25 niñas bien nutridos del mismo rango de edad.

No se observaron diferencias significativas entre bien nutridos y homeorréticos para los cocientes AG/AM y PG/PM o los índices E/P y AKS, lo que evidencia que ni la relación adiposidad/tejido magro expresada en los tres primeros indicadores ni la cantidad de masa magra por unidad de volumen corporal, permiten diferenciar al homeorrético de su coetáneo bien nutrido. Tampoco se vieron diferencias para ninguno de estos índices entre desnutridos moderado-severos y descompensados, lo cual es lógico si se tiene en cuenta que generalmente los sujetos que se descompensan son los más severamente emaciados (figura 6 y tabla).

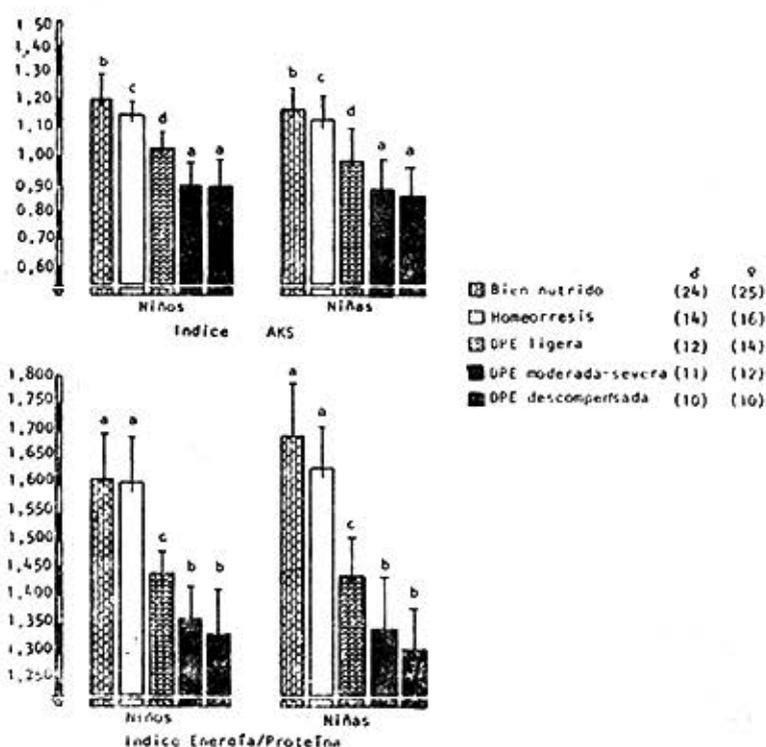


Figura 6. Valores de los índices AKS y energía/proteína en desnutridos y homeorréticos. Los números entre paréntesis indican el número de individuos en cada grupo. Las letras diferentes indican aquellos grupos que difieren significativamente.

Tabla. Valores de los cocientes AG/AM y PG/PM en sujetos con distintas formas evolutivas de desnutrición y en homeorresis, comparados con sujetos bien nutridos.

Grupo de niños	N	AG/AM		PG/PM	
		X	DS	X	DS
Bien nutridos	24	0,53(a)	0,09	0,20(a)	0,05
Homeorréticos	14	0,53(a)	0,10	0,19(a)	0,04
Desnutrición ligera	12	0,32(b)	0,06	0,12(b)	0,03
Desnutrición moderada severa	11	0,26(c)	0,04	0,09(c)	0,02
Desnutrición descompensada	10	0,24(d)	0,05	0,09(c)	0,02
Grupo de niñas					
Bien nutridas	25	0,55(a)	0,12	0,28(a)	0,08
Homeorréticas	16	0,50(a)	0,11	0,26(a)	0,09
Desnutrición ligera	14	0,31(b)	0,05	0,11(b)	0,04
Desnutrición moderada severa	12	0,24(c)	0,06	0,08(c)	0,03
Desnutrición descompensada	10	0,22(c)	0,06	0,08(c)	0,03

Leyenda: AG/AM: Cociente área de grasa/área de músculo del tercio medio del brazo.
 PG/PM: Cociente peso en grasa/peso magro (en kg).
 (x): Las letras entre paréntesis diferentes indican que las medias difieren significativamente $\alpha = 0,05$.

Al estudiar la etapa de compensación mostramos cómo algunos índices antropométricos —la relación altura sentado/talla (AS/T) y el cociente céfalo/torácico (CC/CT)— se afectan en la desnutrición crónica y muestran valores superiores a los correspondientes a su edad cronológica, es decir, similares a los que se ven a edades menores, y que coinciden con la edad biológica o de maduración.²²

En los sujetos en homeorresis estas diferencias entre los valores esperados para la edad y los valores reales, son aún más marcados como se ve en las figuras 7 y 8.

La figura 7 muestra la dispersión de los valores de la relación o cociente AS/T en niños y niñas homeorréticos, en relación con los valores de referencia que se elaboraron al dividir el percentil 50 de AS entre el percentil 50 de la talla para la población cubana de 0 a 6 años.²³ Aquí se evidencia cómo la reducción en talla —que caracteriza al proceso adaptativo— se hace principalmente a expensas de la reducción del ritmo de crecimiento de los huesos de las extremidades.

La figura 8 muestra la distribución de los valores del cociente CC/CT en 25 niños y 30 niñas homeorréticos en relación con los valores de referencia obtenidos del Estudio Preliminar del Desarrollo Físico de los niños preescolares de los Círculos Infantiles de La Gran Habana, realizado por la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.²⁴ Se observa cómo los sujetos homeorréticos se ubican generalmente más allá de 2 desviaciones estándares de la media de dichos valores.

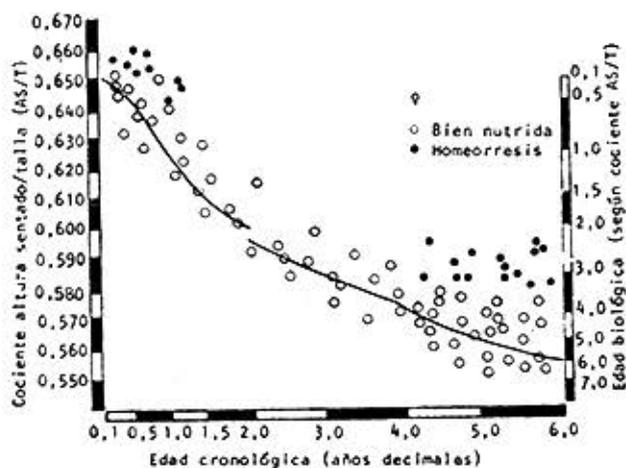
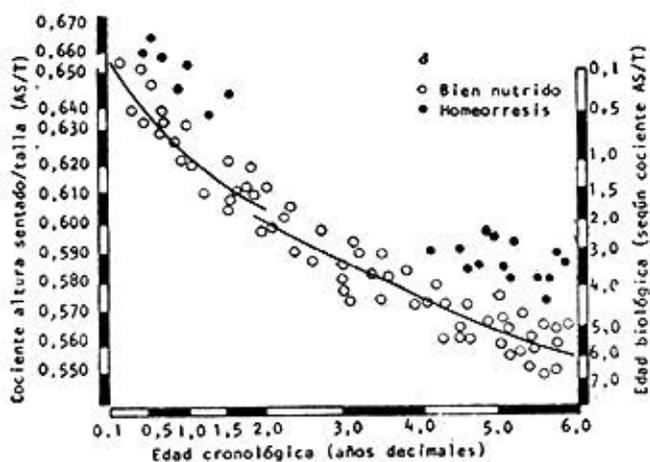


Figura 7. Distribución de los valores del cociente altura sentado/talla (AS/T) en bien nutridos y homeorréticos. Obsérvese cómo los últimos se dispersan por encima de los valores de los bien nutridos que muestran valores de AS/T correspondientes a sujetos de menor edad.

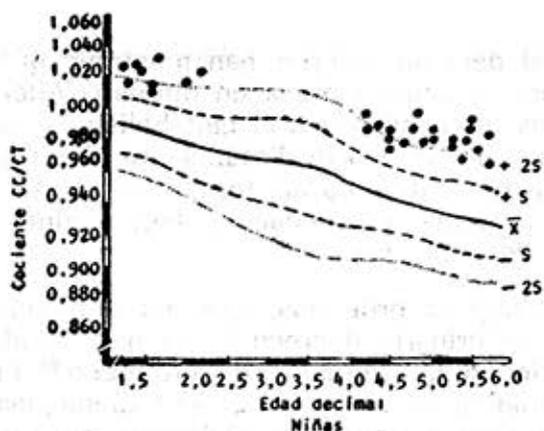
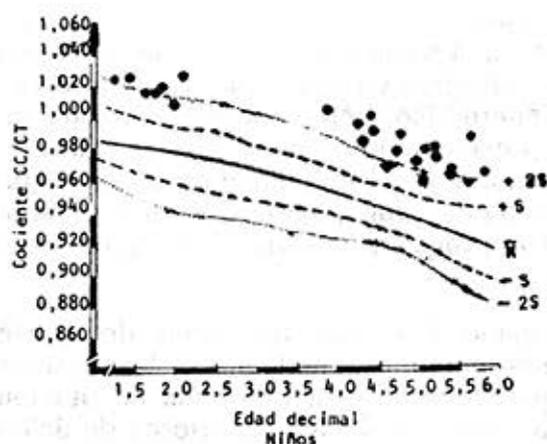


Figura 8. Distribución de los valores del cociente céfalo/torácico CC/CT en sujetos homeorréticos. Véase cómo en su mayoría se dispersan por encima de 2 desviaciones estándares de la media para su edad cronológica.

ASPECTOS METABOLICOS DE LA HOMEORRESIS

En la generalidad de los casos, así como los signos clínicos de desnutrición están ausentes, también lo están los signos metabólicos. El valor del metabolismo basal por kg de peso corporal es relativamente alto y la termorregulación no está afectada: el rendimiento cardíaco, la función renal, la glucosa sanguínea y las proteínas plasmáticas, son normales.¹⁵

Los estudios de laboratorio han mostrado que una reducción en la cantidad de alimento ingerido causa una reducción de la actividad física habitual. Estas estrategias adaptativas reducen la magnitud del disbalance energético a corto plazo y, en este sentido, son beneficiosas. Aunque la mayor parte de estos estudios se han hecho en sujetos bien nutridos, esto no quiere decir que no pueden aplicarse a sujetos malnutridos.

Existen evidencias experimentales de una actividad metabólica reducida con incremento de la eficiencia metabólica durante la subnutrición crónica, pero esto comprende solamente una proporción pequeña de la energía preservada en comparación con los efectos de reducción de la actividad

física y de la reducción de la masa corporal. Esta última puede estar asociada a una baja capacidad de trabajo: una tarea dada se convierte en una carga relativamente mayor, con una reducción en la productividad y la eficiencia. La adaptación en el gasto energético, como respuesta a una ingesta baja de alimento, implica la preservación de energía por reducción de la actividad física, de la masa corporal y del metabolismo basal —que es dependiente de la masa celular activa—⁸ por modificaciones del metabolismo intermediario y muchos otros procesos aún no plenamente aclarados.²⁵

La adaptación funcional del organismo a niveles más bajos de aporte energético, permite al sujeto adaptado metabólicamente hacer las mismas actividades de bajo nivel que un bien nutrido, gracias a una adaptación exitosa a una frecuencia cardíaca más alta y a niveles superiores de ácido láctico.²⁵

Diversos estudios realizados en el decenio anterior han mostrado que el organismo humano puede adaptarse gradualmente a un ingreso deficitario en proteínas.²⁶ La comprensión de los cambios en el metabolismo proteico, que ocurren como consecuencia de un aporte dietético insuficiente de proteína, es básico para la evaluación crítica de las formas de abordar la estimación de las necesidades de proteínas y aminoácidos bajo distintas condiciones y en diferentes grupos de población.²⁷

Cuando un sujeto recibe una dieta baja en proteínas, pero por lo demás adecuada, la eliminación de nitrógeno urinario decrece hasta que se alcanza un nuevo estado de equilibrio en la excreción de nitrógeno.²⁸ El ritmo de síntesis de albúmina plasmática se reduce, a lo que sigue una caída en el ritmo catabólico, lo que lleva a un nuevo equilibrio²⁹ y a un desplazamiento de albúmina del *pool* extravascular al intravascular.³⁰ Estos cambios tienden a mantener la integridad de la masa de albúmina circulante, lo que explica la poca reducción de los niveles plasmáticos de albúmina cuando el desequilibrio nutricional no experimenta cambios bruscos y el organismo es capaz de adaptarse a la nueva situación metabólica.

Si el ingreso de proteína se reduce por debajo de un nivel mínimo, el sujeto no será capaz de mantener el equilibrio nitrogenado, produciéndose una depleción de la proteína corporal. Asociado a esta condición están los cambios en la masa celular y una respuesta adaptativa caracterizada por el incremento del reciclaje del nitrógeno ureico y de los aminoácidos, una síntesis reducida y un recambio fraccionado de algunas proteínas secretoras, tales como la albúmina, reduciéndose, además, la magnitud del *pool* ureico del cuerpo.²⁷ Estudios realizados en Nigeria^{31,32} e informes más recientes hechos en Taiwan^{33,34} sugieren que en países cuyas poblaciones están subnutridas crónicamente pueden existir cambios adaptativos en el metabolismo proteico que pueden alterar los requerimientos de proteínas en relación con los que se observan en individuos normales.

El recambio proteico, medido por el balance de nitrógeno, si bien puede no alterarse globalmente, sí lo hace su patrón, manteniéndose la síntesis

de proteína en el hígado y otros órganos, y reduciéndose la del músculo, que actúa como fuente de aminoácidos para la oxidación si la restricción proteica se acompaña de restricción energética. Así, se produce un ahorro de proteína, preservándose las funciones esenciales proteinodependientes.

Otro aspecto que caracteriza al proceso adaptativo es, como ya señalamos, el incremento en la producción de aminoácidos que son reutilizados para la síntesis proteica, la cual se eleva desde el 75% hasta el 95%, mientras que la proporción excretada en forma de compuestos nitrogenados se reduce del 25% al 5-10%.³⁵

En la figura 9 se resumen una serie de estudios bioquímicos realizados en 53 de los 69 desnutridos antes referidos (21 ligeros, 16 moderados-severos y 16 descompensados) así como en 24 homeorréticos.

Estos estudios comprendidos hierro, cobre y zinc séricos determinados por espectrometría de absorción atómica;³⁶ índice creatinina talla;³⁷ índice hidroxiprolina/creatinina³⁸ e índice o producto albúmina por globulinas.³⁹

Los valores medios y desviaciones estándares obtenidos en los grupos de niños estudiados fueron comparados con los obtenidos en un grupo de 30 niños del mismo rango de edades (4-6 años) bien nutridos.

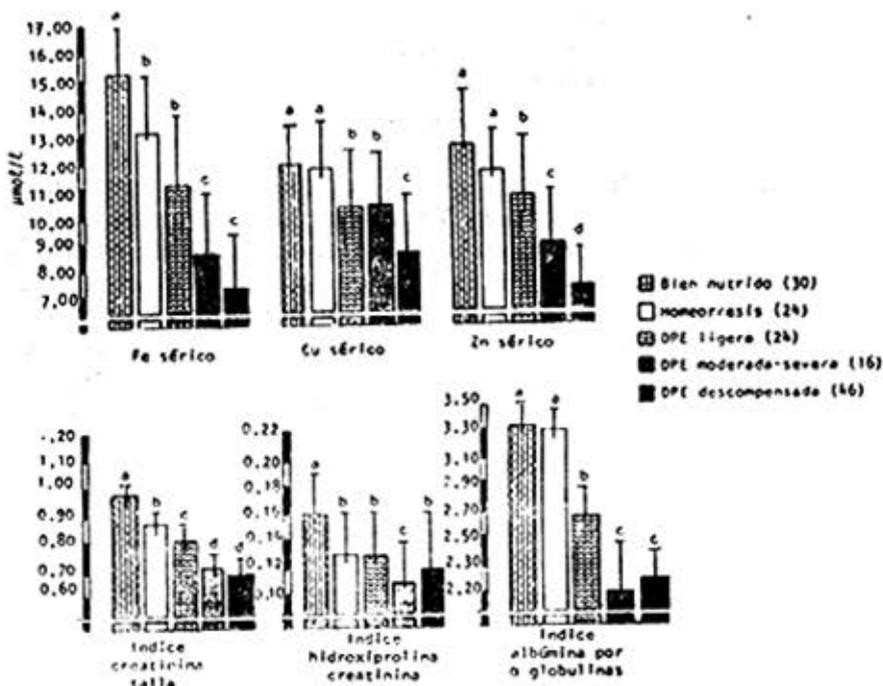


Figura 9. Estudios bioquímicos en desnutridos y homeorréticos. Los números entre paréntesis indican el número de individuos de cada grupo. Las letras diferentes indican aquellos grupos que difieren significativamente.

Con relación al cobre y al zinc séricos, nuestros resultados en homeorréticos no difieren de los hallados en el grupo control y sí con cada uno de los grupos de desnutridos. Los sujetos descompensados mostraron cifras significativamente más bajas que los restantes. En cuanto al hierro sérico, hubo diferencias significativas entre controles y homeorréticos, lo cual se explica porque muchos de estos últimos sujetos, aunque en equilibrio proteico-energético, exhibían deficiencias de hierro. De todo lo anterior puede decirse que en la caracterización de la homeorresis para estos tres elementos minerales no existe nada peculiar.

De mucho interés es lo encontrado en tres índices bioquímicos muy utilizados en evaluación nutricional. El índice creatinina talla (ICT) arrojó en homeorréticos valores significativamente inferiores a los controles, con media interior a 0,90, lo que contrasta en nuestros resultados con el índice AKS, indicador antropométrico de gran valor diagnóstico en desnutrición proteico-energética.⁴⁰ No obstante, consideramos que los bajos valores del índice creatinina talla obedecen a que la masa muscular de estos niños está reducida para la talla del sujeto (ICT), aunque la proporción de masa magra por unidad de volumen de masa corporal (AKS) no lo está. En los sujetos desnutridos, lógicamente, los valores de ICT son significativamente inferiores.

El índice hidroxiprolina/creatinina (HOP/CR) refleja la actividad metabólica del cartilago de crecimiento, y es de esperarse que, al reducirse o detenerse el ritmo de crecimiento, el cociente HOP/CR sea significativamente inferior en los homeorréticos que en los sujetos bien nutridos. La elevación significativa que se aprecia en los sujetos descompensados en relación con el grupo moderado-severo, se relaciona al marcado desequilibrio en el metabolismo proteico y energético y constituye signo de mal pronóstico.⁴¹

Por último, el índice albúmina por α globulinas no muestra diferencias entre homeorréticos y bien nutridos. Ya se explicó con anterioridad el reajuste metabólico que ocurre y cómo se mantiene el *pool* de albúmina intravascular a expensas del extravascular. La caída del producto $A \times \alpha$ en las formas moderadas-severas es muy marcada: la ligera (no significativa) elevación encontrada en el grupo descompensado en relación con aquellos, pudiera deberse a la presencia concomitante de infecciones (que generalmente desencadenan la descompensación), que elevan fundamentalmente la fracción α_2 globulina.

HOMEORRESIS Y RECUPERACION

Es necesario diferenciar la homeorresis o fenómeno adaptativo de la recuperación del desnutrido. Como se verá en este trabajo,⁴² el sujeto desnutrido puede —al restituirse el equilibrio nutricional— evolucionar hacia la recuperación e incrementar su masa corporal con más rapidez y más precozmente que su longitud. Por tanto, el desnutrido subagudo o crónico (con afectación de la talla), equilibrará el peso con la talla antes de que se produzca el estirón o aceleración (*catch-up*), a partir del cual los incrementos de masa y de longitud mantendrán su proporcionalidad (figura 5).

A la evaluación clínico-antropométrica no habrá diferencias sustanciales entre el homeorrético y el recuperado, sobre todo si la desnutrición es lo suficientemente prolongada y la talla se encuentra por debajo del percentil 3. De hecho, la diferencia fundamental entre estas dos situaciones consiste en que al equilibrio en recuperación se llega por restitución del equilibrio de energía y nutrientes al incrementarse los aportes, mientras que a la homeorresis se llega por adaptación del organismo a un bajo ingreso prolongado de energía y nutrientes (figura 2), sin que tenga lugar la restitución del equilibrio previo. En el primero, siempre se conservó el equilibrio homeostático; en el segundo, se adopta un nuevo equilibrio.

Se ha señalado que la reducción de las dimensiones corporales contribuye al establecimiento de la homeorresis, ya que el gasto energético y las necesidades de nutrientes se reducen a veces considerablemente, y que el niño subnutrido es capaz de enfrentar el estrés de la mala nutrición y crecer menos en masa y longitud así como mantener el peso para la talla dentro del rango normal. A mayor severidad de la restricción alimentaria, más poderosos serán los mecanismos adaptativos que se requerirán.⁴³

Por tanto, el diagnóstico diferencial entre recuperación y homeorresis debe basarse en los antecedentes y en el seguimiento longitudinal de los pacientes, lo que permitirá una clara diferenciación entre un estado y otro, confundibles solamente en un corte transversal, pero que comportan una significación pronóstica muy distinta.

Entre los aspectos que diferencian la evolución de ambos estados están los cambios en la composición corporal a que hicimos referencia anteriormente. El recuperado incrementa su masa corporal en mayor proporción a expensas del tejido magro, particularmente de la masa celular activa, mientras el homeorrético, si recibe un aporte proteico-energético superior a sus necesidades ajustadas, incrementa su masa corporal, fundamentalmente, a expensas de la grasa. Muchos homeorréticos, particularmente al final de la adolescencia al tener acceso a un aporte energético mayor, incrementan su masa corporal y el peso para la talla puede elevarse por encima del percentil 75, e incluso, del 90, mientras la talla para la edad permanece por debajo del tercer percentil (figura 6).

IMPLICACIONES SOCIALES DE LA HOMEORRESIS

Ya se dijo que la homeorresis es un estado residual que afecta a miles de personas en aquellos países y comunidades donde existe una alta prevalencia de desnutrición proteico-energética. La limitación en la disponibilidad de alimentos conduce a cambios en la conducta individual y de grupos y, finalmente, a cambios en la estructura social de las poblaciones.⁴⁴

El efecto de la restricción alimentaria sobre el cerebro en desarrollo con la característica incapacidad para la subsecuente aceleración del crecimiento en diversos aspectos, parece provocar un déficit permanente en las estructuras relevantes, no porque hayan sido dañadas o destruidas,

sino simplemente porque las mismas no han podido arribar en número suficiente en el momento correcto y, como las estructuras están afectadas y dependen del momento en que ocurre la desnutrición, algunas estarán en déficit y otras no, lo que resulta una distorsión en las relaciones cuantitativas entre ellas, lo cual se manifiesta en el producto final.⁴⁵ Es por ello que la neuropatología de la desnutrición se ha descrito como la de "déficits y distorsiones".⁴⁶

La suposición de que el proceso adaptativo no es costoso para el sujeto, es errónea, ya que si un niño se adapta a un ingreso energético bajo, mediante la reducción del gasto, ello reduce la oportunidad para la exploración, descubrimiento y aprendizaje, además de que se afecta su capacidad para expresar plenamente su potencialidad genética, tanto en el crecimiento somático como en su maduración. Una adaptación fisiológica a corto plazo puede llegar a convertirse en un equilibrio patológico a largo plazo.²⁵

La limitación del ingreso de energía o proteínas al organismo del niño reduce su crecimiento y desarrollo y modifica su interacción física con el medio ambiente, con consecuencias desfavorables para su desarrollo cognitivo, aprendizaje y conducta subsiguientes. Si la actividad reducida es una adaptación social,⁴⁷ o si es una respuesta a un bajo ingreso energético⁴⁸ puede constituir un punto de discusión, pero la resultante será la misma: un sujeto física y psíquicamente limitado.

Las implicaciones que tiene el hecho de que esta situación se repita en millares de individuos en una comunidad dada, son enormes y tienen influencia decisiva en las posibilidades de desarrollo socio-económico de la misma al limitar sus potencialidades.

Esta situación caracteriza hoy en día vastos sectores de la población en los países del llamado Tercer Mundo y también en grupos económico y socialmente discriminados en países capitalistas desarrollados. A la dramática implicación que tiene la existencia de elevadas tasas de mortalidad infantil y preescolar, es necesario añadir lo que representa para un país miles, o hasta millones de seres que han sobrevivido a una alimentación deficiente, pero han quedado limitados en su desarrollo físico e intelectual.

La homeorresis requiere de más prioridad en su estudio, particularmente en lo referente a las acciones que pudieran llevarse a cabo para la rehabilitación de estos individuos y reducir al mínimo posible sus limitaciones.

SUMMARY

Amador, M.; M. Hermelo. *Physiopathogenic changes during evolution of protein-energy malnutrition. IV. Homeorresis.*

Homeorresis is an adaptation condition reached by the growing individual, with insufficient energy and nutrient intakes during a relatively long time, but always above basal metabolism needs. The phenomenon of adaptation equilibrates initial unbalance, to which contributes the growing soft of longitudinal growing rate and body mass gain,

which is, in such a way, proportional reduced that weight and height are equilibrated. Diagnosis criteria are as follow: statural deficit; balanced weight for height; absence of clinical malnutrition signs; biological age inferior to chronologic age; normal body composition for biological age; decreased physical work capacity and retardation in learning. From biochemical point of view, low values of creatinine/height index and hydroxyproline/creatinine ratio was the most outstanding finding. The homeorrhetic patient is a physical and psychical handicapped individual, which involves deep individual and collective repercussions; the last ones, especially, are present in communities with high prevalence of protein-energy malnutrition.

RÉSUMÉ

Amador, M.; M. Hermelo: *Changements physiopathogéniques pendant l'évolution de la dénutrition protéico-énergétique. IV. Homéorrhèse.*

L'homéorrhèse est un état d'adaptation auquel arrive l'individu pendant la croissance, lorsqu'il reçoit un apport insuffisant en énergie et en nutriments pendant une période relativement prolongée, mais toujours au-dessus des besoins du métabolisme basal. Le phénomène adaptatif compense le déséquilibre initial, au moyen du ralentissement de la vitesse de croissance longitudinale et du gain en masse corporelle, qui se réduit proportionnellement de façon à équilibrer le poids et la taille. Les critères diagnostiques d'homéorrhèse sont: déficit statural, poids pour la taille en équilibre, absence de signes cliniques de dénutrition, âge biologique inférieur à l'âge chronologique, composition corporelle normale pour l'âge biologique, capacité physique de travail diminuée et retard dans l'apprentissage. Sur le plan biochimique, ce qui a été le plus remarquable ont été les faibles valeurs de l'indice créatinine/taille et du quotient hydroxyproline/créatinine. L'homéorrhétique est un sujet physiquement et psychiquement limité, ce qui a de profondes répercussions individuelles et collectives, ces dernières se présentant surtout au sein des communautés ayant une haute prévalence de dénutrition protéico-énergétique.

BIBLIOGRAFIA

1. Amador, M.; M. Hermelo: Cambios fisiopatogénicos durante la evolución de la desnutrición proteico-energética. III. Etapa de descompensación. Rev Cub Ped 57, 1985 (en prensa).
2. Ramos Galván, R.; C. Mariscal; A. Vinlegra; B. Pérez Ortiz: Desnutrición en el niño. La Habana, Instituto Cubano del Libro, 1970. Pp. 22-30.
3. Ramos Galván, R.; C. Mariscal; A. Vinlegra: Antropometría en preescolares. I. Introducción. Bol Med Hosp Infant (Méx) 23: 33, 1966.
4. Ramos Galván, R.: Homeorresis as a phenomenon of adaptation to calorie protein deficiency. Protein Advisory Group. WHO/FAO/UNICEF. Geneva, 1966.
5. Ramos Galván, R.; B. Pérez Ortiz; C. Mariscal; A. Vinlegra: Homeorresis. Bol Med Hosp Infant (Méx) 24: 5, 1967.
6. Norgan, N. G.: Adaptations of energy metabolism to level of energy intake. In: Energy Expenditure under Field Conditions. Proceedings of an International Workshop. Parizková, J., Ed. Charles University, Prague, 1984. Pp. 56-64.
7. Keys, A. et al.: The Biology of Starvation. University of Minnesota Press. Minneapolis, 1950.
8. Garrow, J. S. Energy Balance and Obesity in Man. North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1974.
9. Yarbrough, C. et al.: Anthropometry as an index of nutritional status. In: Roche, A. F.; F. Falkner; Eds. Nutrition and Malnutrition. Plenum Press, New York, 1974.
10. Waterlow, J. C.: Classification and definition of protein-calorie malnutrition. Br Med J 3: 566, 1972.

11. *Martorell, R.*: Measuring the impact of nutrition interventions on physical growth. In: Sahn, D. E.; R. Lockwood; N. S. Scrimshaw, Eds. *Methods for the Evaluation of the Impact of Food and Nutrition programmes*. WHTR-6/UNUP-473. The United Nations University. Tokyo, 1984. Pp. 46-64.
12. *Lubchenco, L. O.*: Assessment of gestational age and development at birth. *Pediatr Clin North Am* 17: 125, 1970.
13. *Dzleniszewska-Klepcka, L.; R. Kurniewicz-Witezakova*: Development of small-for-date infants: physical development. In: *Growth and Nutrition of Small-for-Date Infants*. Sztowa, W., Ed. Polish Medical Publishers, Warsaw, 1977. Pp. 30-48.
14. *Moreno, O.; P. Flores*: Crecimiento en el primer año de vida de recién nacidos de bajo peso. *Rev Cub Ped* 48: 137, 1976.
15. *Kerpel Fronius, E.*: *The Pathophysiology of Infantile Malnutrition*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983. Pp. 30-58.
16. *Yarbrough, C. et al.*: Response of indicators of nutritional status to nutritional interventions in populations and individuals. In: Bosch, S. J.; J. Arias, Ed. *Evaluation of Child Health Services: The Interface between Research and Medical Practice*. DHEW Publication No. (NIH) 78-1066. US Government Printing Office, Washington, D.C., 1978.
17. *Weiner, J. S.; J. A. Lourie*: *Human Biology: A Guide to Field Methods*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1969.
18. *Gurney, J. M.; D. B. Jelliffe*: Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. *Am J Clin Nutr* 26: 912, 1973.
19. *Dugdale, A. E.; M. Griffiths*: Estimating fat body mass from anthropometric data. *Am J Clin Nutr* 32: 2400, 1979.
20. *Amador, M. y otros*: Índice energía/proteína: un nuevo aporte para la evaluación del estado de nutrición. I. Valores en niños sanos de edad preescolar. *Rev Invest Clin (Méx)* 27: 247, 1975.
21. *Wutscherk, H.*: Der einfluss der Aktiven Körpersubstanz auf die leistungen in verschiedenen sportarten. *Wiss Zeitsch DHFK Leipzig*, 12: 33, 1970.
22. *Amador, M.; H. Hermelo*: Cambios fisiopatogénicos durante la evolución de la desnutrición proteico-energética. II. Estado clínico: etapa de compensación. *Rev Cub Ped* 56: 526, 1984.
23. *Jordán, J. R. y otros*: *Desarrollo humano en Cuba*. La Habana, Ed. Científico-Técnica, 1979. Pp. 165-189.
24. *Rivero de la Calle, M.*: Estudio preliminar del desarrollo físico de los niños preescolares de los Círculos Infantiles de la Gran Habana. Serie 4, Ciencias Biológicas No. 29, Universidad de La Habana, 1972.
25. *Desai, I. D. et al.*: Marginal malnutrition and reduced physical work capacity of migrant adolescent boys in Southern Brazil. *Am J Clin Nutr* 40: 135, 1984.
26. *Waterlow, J. C.*: The development of our knowledge of protein deficiency in man. *S A Med J* 46: 1122, 1972.
27. *World Hunger Programme*: Protein energy requirements under conditions prevailing in developing countries: current knowledge and research needs. WHTR-1/UNUP-18. The United Nations University. Tokyo, 1979. Pp. 7-13.

28. *Waterlow, J. C.*: Observations on the mechanism of adaptation to low protein intakes. *Lancet* 2: 1091, 1968.
29. *James, W. P. T.; A. M. Hoy*: Albumin metabolism: effect of the nutritional state and the dietary protein intake. *J Clin Invest* 47: 1958, 1968.
30. *Kudlicka, V.; V. Kudlicková*: Albumin reserves as an indicator of protein nutritional status in man. *Nutr Rep Internat* 8: 111, 1973.
31. *Nicol, B. M.; P. G. Phillips*: Endogenous nitrogen excretion and utilization of dietary protein. *Br J Nutr* 35: 181, 1976.
32. *Nicol, B. M.; P. G. Phillips*: The utilization of dietary protein by Nigerian men. *Br J Nutr* 36: 337, 1976.
33. *Huang, P. C.; C. C. Lo; W. T. Ho*: Protein requirements of men in hot climate: decreased urinary nitrogen losses concomitant with increased sweat nitrogen losses during exposure to high environmental temperature. *Am J Clin Nutr* 28: 694, 1975.
34. *Huang, P. C.; H. C. Chong; W. M. Rand*: Obligatory urinary and fecal nitrogen losses in young Chinese men. *J Nutr* 102: 1605, 1972.
35. *Waterlow, J. C.*: Adaptation to low protein intakes. *In*: Olson, R.E., Ed. *Protein-Calorie Malnutrition*. New York, Academic Press, 1975. Pp. 23-35.
36. *Bencomo, F. y otros*: Concentraciones de zinc en plasma, eritrocitos y pelo en niños supuestamente sanos. *Rev Cub Ped* 54: 425, 1982.
37. *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, 1970.
38. *Whitehead, R. G.*: Hydroxyproline/creatinine ratio as an index of nutritional status and rate of growth. *Lancet* 2: 567, 1965.
39. *Amador, M.; M. Hermelo; M. Peña*: The product albumin by alphaglobulins in the assessment of protein nutritional status. *Acta Paediatr Acad Sci Hung* 16: 135, 1975.
40. *Amador, M.; J. Bacallao; M. Peña*: Discriminating power of selected anthropometric indices for assessing malnutrition. *Bull WHO* (en prensa).
41. *Howells, G. R.; B. A. Wharton; R. A. McCance*: Value of hydroxyproline indices in malnutrition. *Lancet* 1: 1082, 1967.
42. *Hermelo, M.; M. Amador*: Cambios fisiopatogénicos durante la evolución de la desnutrición proteico-energética. V. Etapa de recuperación. *Rev Cub Ped* 58, 1986 (en prensa).
43. *Martorell, R.; J. Leslie; P. R. Mook*: Characteristics and determinants of child nutritional status in Nepal. *Am J Clin Nutr* 39: 74, 1984.
44. *Norgan, N. G.*: Adaptation to different energy expenditure with special reference to reduced food intake: individual adaptation. *In*: *Energy Expenditure under Field Conditions*. Proceedings of an International Workshop. Parizková, J. Ed. Charles University, Prague, 1984. Pp. 130-131.
45. *Dobbing, J.*: Infant nutrition and later achievement. *Nutr Rev* 42: 1, 1984.
46. *Dobbing, J.*: The Molecular Basis of Neuropathology. Davidson, A.N.; R.H. Thompson, Ed. London, Edward Arnold, 1981. Pp. 221-233.

47. *Rutishauser, I. H. E.; R. G. Whitehead:* Energy intake and expenditure in 1-3 year old Ugandan children living in a rural environment. *Br J Nutr* 28: 145, 1972.
48. *Torún, B. et al.:* Effect of physical activity upon growth of children recovering from protein-calorie malnutrition (pcm). *In: Nutrition-Proceedings of the X International Congress of Nutrition. Koishi, H.; K. Yasumoto; K. Iwai; M. Kanamori; Y. Muto; Tanaka, T. Eds.* Kyoto, Victory-sha Press, 1976. Pp. 247-249.

Recibido: 30 de noviembre de 1984

Aprobado: 30 de diciembre de 1984

Dr. Manuel Amador

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos

Calzada de Infanta No. 1158

Ciudad de La Habana

Cuba