

ARTÍCULO ORIGINAL

Correlación entre el gasto y el aporte de energía en neonatos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos

*Correlation between energy consumption and intake in infants hospitalized in an intensive care unit*María Ximena Margain-Ojeda¹, Mardia López-Alarcón¹, Raúl Villegas-Silva², Lourdes Barbosa-Cortés¹, Mariela Bernabe-García¹, Salomé Anaya-Flores², Olivia Madrigal-Muñiz², José Estrada-Flores²¹Unidad de Investigación Médica en Nutrición, ²Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, Hospital de Pediatría, Unidad Médica de Alta Especialidad, Centro Médico Nacional "Siglo XXI", Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D. F., México.**Resumen**

Introducción. Una alimentación adecuada es esencial en el manejo del niño en estado crítico. Este estudio analiza la correlación entre el aporte total de energía (ATE) y el gasto energético total (GET) de pacientes hospitalizados en una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), considerando si nació pretérmino (PT), recibió alimentación parenteral (AP), o tratamiento quirúrgico (TQ).

Métodos. Estudio transversal con 29 pacientes evaluados después de alcanzar estabilidad hemodinámica y ventilatoria. El GET se estimó mediante calorimetría indirecta, y el ATE sumando la energía administrada por vía enteral y parenteral. El análisis estadístico incluyó correlación de Spearman, U Mann-Whitney, prueba exacta de Fisher y regresión múltiple.

Resultados. Catorce pacientes nacieron PT, y 21 recibieron TQ. Al momento del estudio, 14 recibían AP y 63% estaban desnutridos. El ATE fue mayor para los PT ($P=0.022$), los de AP ($P=0.038$) y los de TQ ($P=0.046$); el GET fue mayor en los PT ($P=0.003$). La correlación entre GET y ATE fue significativa sólo para alimentación enteral ($r=0.518$, $P=0.046$). El ATE fue inadecuado en 85.1% de los pacientes.

Conclusiones. El ATE para niños atendidos en la UCIN parece ser inadecuado cuando se calcula por ecuaciones; se sugiere

Summary

Introduction. An adequate feeding is essential in the management of critically ill infants. This study analyzes the association between total energy intake (TEI) and total energy consumption (TEC) of patients hospitalized in a neonatal intensive care unit (NICU) taking into account whether were born preterm (PT), received parenteral nutrition (PN), or underwent surgical treatment (ST).

Methods. A cross-sectional design including 29 patients hospitalized in a NICU after hemodynamic and ventilatory stability was conducted. TEC was determined by indirect calorimetry and TEI by the summation of the energy administered by enteral and parenteral pathways. The statistical analysis included, Spearman correlation, U Mann-Whitney test, exact Fisher test, and multiple regression.

Results. Fourteen patients were born PT, 21 underwent ST; 14 were under PN regime at the moment of the study and 63% were undernourished. TEI was higher in PT ($P=0.022$), PN ($P=0.038$), and ST ($P=0.046$) patients; TEC was greater only in PT infants ($P=0.003$). TEC correlated with TEI only in patients receiving enteral nutrition ($r=0.518$, $P=0.046$). TEI was inadequate in 85.1% of the patients.

Conclusion. The amount of energy administered to patients hospitalized in the NICU is inadequate when it is estimated by

Solicitud de sobretiros: Dra. Mardia López Alarcón, AP C-029 "Coahuila", Coahuila No. 5, Col. Roma, Deleg. Cuauhtémoc, C.P. 06703, México, D. F., México.

Fecha de recepción: 31-07-2008.

Fecha de aprobación: 25-11-2008.

utilizar la determinación del gasto energético por calorimetría indirecta por lo menos en pacientes bajo el régimen de AP total.

Palabras clave. Gasto energético; ingestión energética; alimentación enteral; alimentación parenteral; calorimetría indirecta; Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

standardized equations. We suggest determining TEC by indirect calorimetry at least in patients under total PN.

Key words. Energy metabolism; energy, consumption; energy, intake; enteral nutrition; parenteral nutrition; indirect calorimetry; neonatal intensive care units.

Introducción

En la actualidad, es ampliamente aceptado el concepto de que un porcentaje importante de los pacientes que ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) desarrollan algún grado de desnutrición como consecuencia de sus enfermedades y de sus requerimientos energéticos elevados. Lo anterior se complica aún más debido a las dificultades para proporcionar el aporte adecuado por vía enteral, y a que generalmente cursan con alteraciones metabólicas graves que dificultan la administración de nutrimentos por vía endovenosa, factores que incrementan la morbilidad y mortalidad del paciente. Por esta razón, la evaluación, planeación y administración de una alimentación adecuada es esencial como parte del manejo del niño en estado crítico.^{1,2}

Estudios realizados en adultos y niños críticamente enfermos, demuestran que estos pacientes no sólo tienen mayores requerimientos nutricios, sino que también presentan una disminución considerable en la capacidad para maximizar la utilización de los sustratos administrados por vía parenteral.³⁻⁵ Por ejemplo, los sujetos en estado crítico presentan cierta resistencia a la insulina y niveles elevados de las hormonas contrarreguladoras, favoreciendo la disponibilidad de los sustratos necesarios para una respuesta inmune adecuada.⁶ Sin embargo, como parte de esta estrategia metabólica se presenta un estado catabólico considerable que se traduce en una elevación del gasto energético.^{2,5,7}

Por lo tanto, el aporte energético que se proporciona a los pacientes en estado crítico se debe planear, no sólo con la intención de proveer los sustratos suficientes para las funciones

metabólicas durante la fase aguda de la enfermedad, sino también para preservar el crecimiento del niño en forma apropiada y así mejorar la supervivencia.^{2,7,8} Sin embargo, es también importante evitar las complicaciones de la sobrealimentación, ya que esto puede conducir a otras alteraciones metabólicas como el incremento en la lipogénesis, en las concentraciones de glucosa, en la producción de CO₂, y la aparición de cambios estructurales patológicos como la esteatosis, que secundariamente promoverá disfunción hepática.^{1,5,9}

En la práctica clínica, el cálculo de los requerimientos energéticos se suele realizar a partir de fórmulas teóricas estandarizadas. Sin embargo, varios estudios han referido que estas estimaciones no correlacionan adecuadamente con el gasto de energía determinado por calorimetría indirecta,^{1,5,8-11} sugiriendo que, particularmente en esta población de niños en estado crítico, los requerimientos de energía son fuertemente influenciados por otros factores como la edad gestacional, el estrés quirúrgico, el tipo de alimentación, y la enfermedad de base.^{1,5}

En este contexto, y considerando que la nutrición óptima es un objetivo central en la terapia neonatal, se realizó un estudio descriptivo en la UCIN del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional "Siglo XXI" del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), cuyo objetivo fue analizar la correlación entre el gasto y el aporte de energía de pacientes pediátricos en estado crítico, tomando en cuenta algunos de los factores potenciales de confusión como la prematurez, el tratamiento quirúrgico (Q), y el tipo de alimentación.

Métodos

Sujetos

El estudio fue autorizado por el Comité de Investigación y Ética del Hospital de Pediatría del IMSS. Previa autorización del médico tratante y firma del consentimiento informado por parte de los padres, se incluyeron 29 pacientes atendidos en la UCIN del Hospital de Pediatría en la Unidad Médica de Alta Especialidad del Centro Médico Nacional "Siglo XXI".

Metodología

Se realizó un estudio transversal de casos consecutivos en el que se incluyeron todos los pacientes hospitalizados en la UCIN entre los meses de junio a octubre del año 2007, con un peso superior a 1 500 g, hemodinámica y clínicamente estables, sin apoyo mecánico a la ventilación, que no requirieran oxígeno suplementario, y cuyos padres aceptaron participar. A todos los pacientes que ingresaron al estudio se les realizaron mediciones antropométricas que incluyeron: peso, longitud y circunferencia cefálica; se les determinó el gasto energético por calorimetría indirecta; y se obtuvieron datos del expediente clínico para cuantificar el aporte total de energía (ATE) y para identificar variables demográficas y de tratamiento.

Previo a la calorimetría indirecta, se realizó antropometría por personal estandarizado de acuerdo al método de Habicht.¹² El peso se midió con una báscula electrónica de 15 kg de capacidad, con charola pesa bebés con precisión de 1 g (Sartorius modelo EB15DCE-L, Alemania), la cual se calibró antes del pesaje de cada paciente. La longitud se midió con un infantómetro marca Seca modelo 207 (SECA Corp., Oakland Center, Columbia, MD, USA). El perímetro cefálico se determinó con cinta métrica de fibra de vidrio marca Seca. Para evaluar el estado nutricional al nacimiento, se utilizó el peso para la edad gestacional y se clasificaron como desnutridos a los niños que se encontraron por debajo del percentil

10;¹³ al momento del estudio se consideraron desnutridos aquellos que se encontraron por debajo de dos desviaciones estándar de peso para la edad, tomando como referencia las tablas de la NCHS.¹⁴

Posteriormente, se midió el gasto energético en reposo por calorimetría indirecta, utilizando un monitor metabólico DELTATRAC II (*Datex-Ohmeda Deltatrac II Metabolic Monitor Instrumentarium Corp.*, Helsinki, Finlandia) durante un período de 20 min mínimo, entre las 08:00 y 11:00 am, después de un ayuno de dos horas. Durante la medición, los niños permanecieron dormidos o en reposo en una posición quieta y confortable a una temperatura constante dentro de la incubadora. La prueba sólo fue interrumpida si el niño se inquietaba o comenzaba a llorar. Antes de cada medición, el calorímetro se calibró con un estándar de gases (*Quick Cal calibration gas*, 5% CO₂, 95% de O₂), se ajustó a la presión atmosférica de la Ciudad de México, y se realizaron pruebas de flujo y combustión alcohólica periódicamente para corroborar el buen funcionamiento del equipo. Los primeros cinco minutos de cada medición fueron descartados. Al final de la calorimetría se obtuvo la medición del gasto energético en reposo (GER), el consumo de oxígeno (VO₂, mL/min), y la producción de dióxido de carbono (VCO₂, mL/min). El gasto energético total (GET) se estimó aumentando al GER 10% por actividad física; 10% por el efecto térmico de los alimentos para los pacientes con alimentación enteral (AE); y una constante para crecimiento de 29.5 kcal/kg ó 19.5 kcal/kg, dependiendo si el paciente era recién nacido pretérmino (PT) o de término (T).¹⁵

Para calcular la energía indicada a cada niño, se utilizó la ecuación de Schofield que considera peso y longitud,⁸ agregándose un factor de corrección por estrés¹⁶ en el caso de la alimentación parenteral total (APT); y la recomendación de 110 kcal/kg/día para los niños de término, y de 120 kcal/kg/día para los pretérmino de acuerdo a la Academia Americana de Pediatría¹⁷ para los asignados a AE. El ATE que recibió cada niño se estimó mediante la suma de la energía administrada por vía parente-

ral, enteral, y por soluciones intravenosas a partir de los datos registrados en la hoja de enfermería. Posteriormente, se calculó el balance energético restando el GET al ATE; se consideró en balance cuando el resultado fue 0 ± 10 kcal/kg.

Análisis estadístico

Los datos fueron captados y analizados en el programa *Minitab*, versión 14.2, y se presentan como media y desviación estándar, así como mediana e intervalos. Para el análisis, los pacientes se estratificaron de acuerdo al tipo de alimentación en AE y APT; a la edad gestacional en PT y T; y al tipo de tratamiento en Q y no-quirúrgico (no-Q). Los que recibieron Q se estratificaron para su análisis en tres grupos en relación a si se evaluaron en la primera, segunda o tercera semana posterior a la cirugía.

Debido a que las variables no siguieron una distribución normal, se utilizaron pruebas no paramétricas: correlación de Spearman para evaluar el grado de asociación entre el ATE y el GET; para comparar las medianas entre los grupos de estratificación U de Mann-Whitney (recién nacidos de T vs PT, con Q vs no-Q, en AE vs APT), Kruskal-Wallis (semanas 1, 2 y 3 postcirugía); y prueba exacta de Fisher y χ^2 para analizar la asociación del ba-

lance de energía (negativo, positivo y en balance), y el estado nutricional (normal y desnutrido) con las variables de interés (tipo de alimentación, tratamiento, y edad gestacional al nacimiento). Finalmente, se utilizó un modelo de regresión múltiple para analizar la asociación entre el ATE, como variable dependiente, y el GET, como independiente, ajustando por las variables de interés, las cuales se introdujeron al modelo como covariables.

Resultados

Se estudiaron 29 pacientes, 19 del género masculino y 10 del femenino, con edad postnatal de 31 ± 7.6 días. Del total de pacientes, 12 nacieron PT, 20 fueron sometidos a Q, 16 recibían APT, 11 AE, y dos alimentación mixta (AE + APT) al momento del estudio; estos dos sujetos fueron eliminados del análisis porque no conformaron un grupo suficiente para el análisis estadístico (Cuadro 1). Al nacimiento, cuatro pacientes habían sido clasificados como desnutridos (peso menor al percentil 10 para edad gestacional), pero al momento del estudio, en promedio al mes de edad, 17 pacientes se encontraron con desnutrición (menor o igual a dos desviaciones estándar de peso para edad); 78% de los niños con balance negativo presentó desnutrición, comparada con 64% de los niños con balance positivo ($P = 0.19$).

Cuadro 1. Descripción de las características generales de la muestra estudiada, n =27

	Media $\pm$ DE	Mediana (intervalo)
Edad gestacional, semanas	36.48 $\pm$ 2.56	37 (28, 39)
Edad postnatal, días	31.0 $\pm$ 39.3	17 (2, 180)
Peso, gramos	2 867 $\pm$ 581	2 800 (1 600, 4 200)
Longitud, cm	49.69 $\pm$ 3.40	50 (37, 54.5)
Perímetro cefálico, cm	33.30 $\pm$ 1.76	33.00 (30, 37)
	Núm.	Porcentaje
Género masculino	18	66.7
Pretérmino	12	44.4
Tratamiento quirúrgico	20	74.1
Alimentación parenteral total	16	59.3
DE: desviación estándar		

Gasto y aporte total de energía

El GET fue más alto en los pacientes nacidos PT que en los de T ($P=0.003$); pero no fue diferente entre los tipos de alimentación ($P=0.430$) ni entre el tratamiento ($P=0.268$) (Cuadro 2). En relación al tipo de tratamiento, debido a que los pacientes se estudiaron después de que alcanzaron estabilidad hemodinámica y ventilatoria, de los 21 pacientes sometidos a Q, 10 se estudiaron en la primera semana, siete en la segunda y cuatro en la tercera semana posterior a la cirugía. El GET de los pacientes con Q que se estudiaron en la segunda y tercera semanas posterior a la cirugía, fue superior a los que se estudiaron en la primera semana ($P=0.008$), en una forma de dosis-respuesta; es decir que mientras más tiempo había transcurrido después de la cirugía mayor fue el gasto de energía (análisis de tendencia: $r=0.967$) (Cuadro 3).

El ATE fue mayor en los pacientes PT ($P=0.022$), en los que recibieron APT ($P=0.038$); y en los que recibieron Q ($P=0.046$) (Cuadro 2), pero no se observó diferencia con relación a los días de evolución postcirugía (Cuadro 3). Comparado con la ingestión de energía de niños alimentados al seno materno, el promedio grupal del ATE fue adecuado para niños de esta edad (84.79 kcal/kg), pero el análisis individual mostró que fue insuficiente en 33.3% de los casos, y excesivo en 51.85%; siendo el balance negativo más frecuente en los niños bajo el régimen de AE (77.78%) y el balance positivo más frecuente en los pacientes con APT (85.71%) ($P=0.007$).

Asociación entre el ATE y el GET

La correlación entre el ATE y el GET no fue significativa cuando se incluyó el grupo completo

Cuadro 2. Comparación del gasto energético total y el aporte total de energía de acuerdo a la edad gestacional, tipo de tratamiento y la vía de alimentación, kcal/d¹

	n	Gasto total de energía Mediana	P	Aporte total de energía Mediana	P
Edad gestacional					
Pretérmino	12	95.1 (61.4, 108.3)	0.003	88.4 (61.1, 136.1)	0.022
Término	15	75.5 (50.4, 95.57)		78.2 (32.8, 120.2)	
Tratamiento					
Quirúrgico	20	86.8 (50.4, 108.3)	0.268	84.7 (59.2, 136.1)	0.046
No-quirúrgico	7	75.5 (64.0, 100.0)		78.2 (32.8, 90.9)	
Vía alimentación					
Enteral	11	77.6 (64.0, 108.3)	0.430	78.2 (32.8, 110.7)	0.038
Parenteral	16	85.1 (50.4, 99.3)		90.6 (61.1, 136.1)	

¹Comparaciones entre grupos con prueba U de Mann-Whitney

Cuadro 3. Gasto y aporte total de energía en pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico, divididos de acuerdo a la semana posterior a la cirugía en la que se realizó el estudio, kcal/kg¹

Energía	I	Semana 2	3	P
Aporte	83.35 (59.2, 105.7)	104.00 (64.8, 136.1)	85.30 (80.7, 110.7)	0.313
Gasto	73.19 (50.4, 95.8)	92.87 (70.7, 99.3)	100.20 (98.2, 108.3)	

¹Comparaciones entre grupos con prueba de Kruskal-Wallis

($r = 0.226$, $P = 0.257$) (Fig. 1), pero al evaluar los grupos por separado, de acuerdo a las variables de interés, se observó que el ATE se correlacionó con el GET sólo en el grupo de niños con AE ($r = 0.518$, $P = 0.046$) (Fig. 2, panel C). Las pendientes para los niños con Q y no-Q, y para los recién nacidos de T y PT, no fueron significativas (Fig. 2, panel A y B).

El modelo de regresión múltiple mostró que las variables que se asociaron con el ATE fueron la alimentación parenteral y la prematuridad. Es decir que, independientemente del GET, los prematuros y los de APT recibieron un mayor aporte de energía (Cuadro 4).

Discusión

El presente estudio pone en evidencia la necesidad de una mejor estimación de los requerimientos energéticos en los neonatos y lactantes hospitalizados en una UCIN. Los resultados del estudio son trascendentes desde el punto de vista de la evolución clínica de este grupo de pacientes, pues se pone de manifiesto que los lineamientos actualmente utilizados incrementan el riesgo de morbilidad, por lo menos en lo que se refiere al deterioro del estado nutricional.

Interesantemente, el cálculo de los requerimientos de energía que se utilizó para los niños que

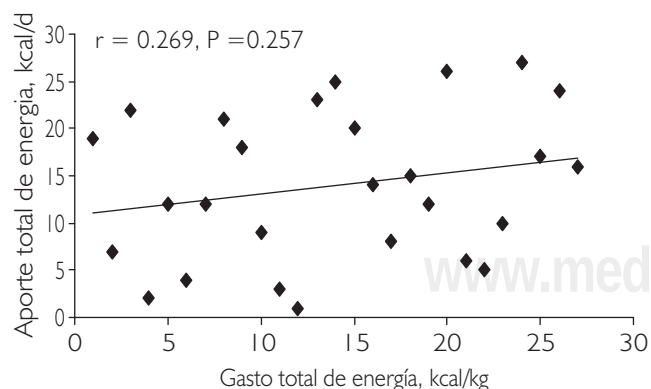


Figura 1. Se muestra la correlación entre el gasto y el aporte total de energía en el grupo completo ($n = 27$). No se encontró una asociación significativa (Spearman: $r = 0.226$, $P = 0.257$).

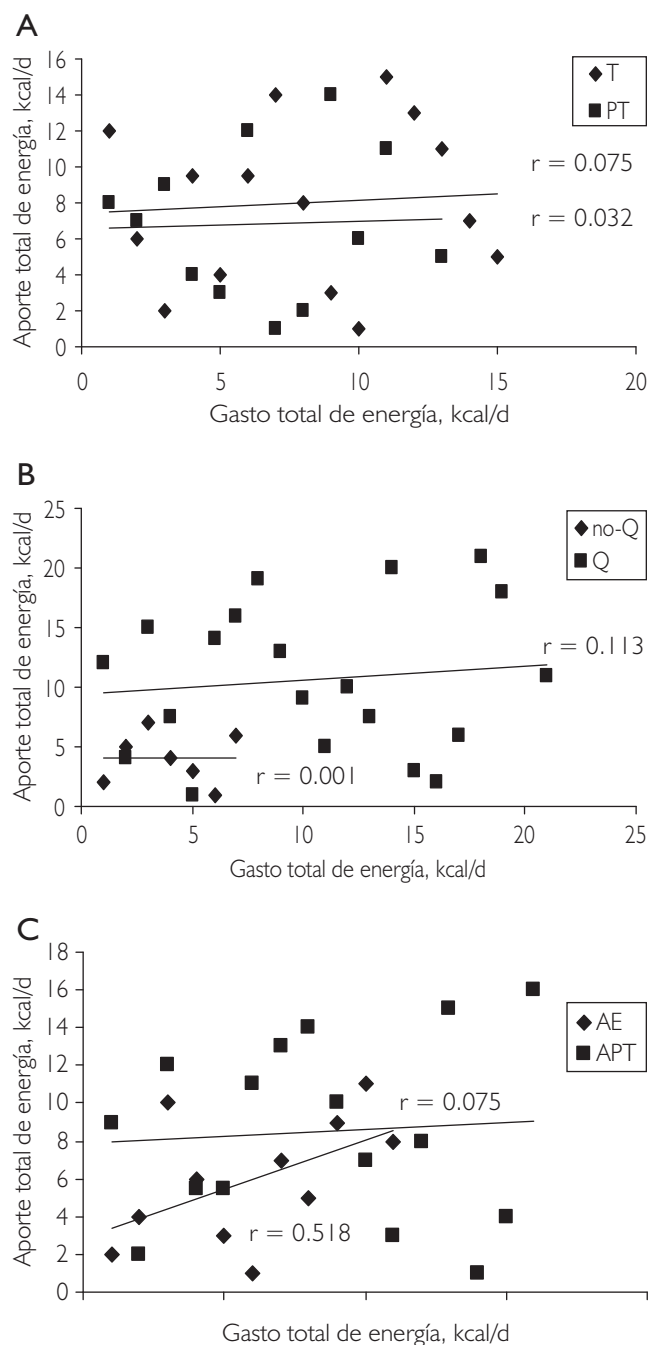


Figura 2. Se muestran las correlaciones entre el aporte y el gasto de energía, analizando por separado los grupos de acuerdo a las variables de interés. En el panel **A** se muestran las correlaciones para los niños nacidos de término y pretérmino; las correlaciones entre los niños que recibieron tratamiento quirúrgico y no-quirúrgico se presentan en el panel **B**; y las correspondientes a los grupos que recibieron alimentación parenteral y enteral en el panel **C**. El gasto energético total se correlacionó con el aporte total energético sólo en el grupo de niños alimentados con nutrición enteral ($r = 0.518$, $P = 0.046$).

Cuadro 4. Modelo de regresión múltiple para evaluar las variables predictoras del aporte total de energía

Variable	Coefficiente	Error estándar	P	r ²
Intercepto	65.65	26.85	0.023	
Gasto total de energía	-0.09	0.36	0.805	
Pretérmino ¹	19.19	9.14	0.048	
Semanas postcirugía ²	8.36	4.93	0.104	
Alimentación parenteral total ³	21.12	8.31	0.019	
Desnutridos ⁴	-7.52	8.52	0.388	
			0.08	0.504

¹Comparados con pacientes nacidos a término; ²comparados con los que recibieron tratamiento no-quirúrgico; ³comparados con los alimentados por vía enteral; ⁴comparados con los pacientes con estado nutricional adecuado

recibían AE (110 kcal/kg para los niños de T y 120 kcal/kg para los PT) parece adecuado, ya que el aporte correlacionó positivamente con el gasto (Fig. 2), no así en los que se encontraban bajo el régimen de APT, para los cuales se utilizó la ecuación de Schofield más un factor de estrés. Es probable que los pacientes en APT hubieran estado más graves que los de AE, y por lo tanto el gasto de energía fuera mayor que el estimado en la ecuación, o bien que otros factores no contemplados, como el tipo de los medicamentos y su entidad de base, influyeran en el gasto. De cualquier manera, la medición del GET por calorimetría indirecta parece ser más apropiado en este grupo de pacientes.

Los resultados encontrados en este estudio, con relación a la inadecuación de los cálculos del aporte de energía en neonatos y lactantes, son consistentes con los reportados por otros autores para niños escolares o adultos. En un estudio publicado por Hulst y col.,¹⁰ se analizó longitudinalmente la ingestión y el gasto energético de 112 escolares hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos, y se encontró que los niños recibían una alimentación adecuada en solamente 10% de los días hospitalizados, mientras que en 21% de los días el aporte se encontraba por debajo del gasto, y en 79% de los días el aporte era superior al mismo. Nuestro estudio encontró valores comparables con este estudio, a pesar de que en nues-

tra estimación del GET se consideró la energía necesaria para el crecimiento. Si bien es cierto que los niños en las UCIN se encuentran generalmente en un estado catabólico, y por lo tanto no requerirían energía para el depósito de tejido nuevo, no es posible determinar cuándo los niños pasan de la etapa aguda a la fase de recuperación, y por lo tanto, a un estado de anabolismo. Puesto que en nuestro estudio los niños fueron medidos cuando ya habían alcanzado la estabilidad hemodinámica y ventilatoria, consideramos necesario incluir la energía para crecimiento en su estimación del GET, apoyados además en el antecedente reportado de que los niños críticamente enfermos regresan a una fase de anabolismo pocos días después de su ingreso al hospital.¹⁸

A nuestro conocimiento, no hay un método apropiado para determinar si la alimentación de un niño críticamente enfermo es adecuada; comúnmente se utiliza la ganancia de peso. En adultos se ha propuesto utilizar el cociente respiratorio (RQ) obtenido por calorimetría indirecta, considerando como alimentación insuficiente cuando es menor de 0.85, e identifica sujetos sobrealimentados cuando es arriba de 1.0.¹⁹ En nuestro estudio, estimando el balance entre el aporte y el gasto totales, identificamos 33.3% de pacientes con alimentación insuficiente para cubrir el gasto total de energía y 51.8% con aporte excesivo; utilizando el RQ como criterio, los resultados

fueron comparables: 30% subalimentados y 50% sobrealimentados ($P=0.58$); por lo que consideramos que la clasificación de nuestros pacientes fue apropiada.

La observación de que la proporción de niños sobrealimentados fue muy alta en este análisis, es consistente con la reportada por otros autores como Hulst y col.;²⁰ es probable que esta proporción hubiera sido todavía mayor, ya que tomamos en cuenta la energía necesaria para crecimiento. De cualquier manera, a pesar de que 51% de la muestra mostró un balance positivo, 64% de los pacientes (con estado nutricional adecuado al nacimiento) estaban desnutridos al momento del estudio. Interesantemente, la proporción de niños desnutridos no fue diferente entre los que tenían balance positivo y los que mostraron un balance negativo ($P=0.19$). En este aspecto, es importante considerar que no sólo el aporte de energía influye en el estado nutricional, sino que existen otros factores que evitan que los sustratos proporcionados sean utilizados. Por ejemplo, la resistencia a la insulina, que resulta de la respuesta inflamatoria, impide la utilización de la glucosa y otros sustratos; además, las citocinas, liberadas como parte de esta respuesta, provocan la salida de ácidos grasos del tejido adiposo, degradación del músculo esquelético, aumento de la síntesis proteica en el hígado, etc., y el resultado neto es un estado en el que no solamente se desgastan las reservas orgánicas, sino que también se inhibe la utilización de los sustratos que están siendo administrados.⁵ Por otra parte, el aporte excesivo de algunos sustratos interfiere aún más con el metabolismo y favorece cambios funcionales en órganos clave como el hígado y el endotelio, lo que incrementa el riesgo de complicaciones.

Lo mencionado en el párrafo anterior sustenta el hecho de que un porcentaje importante (64%) de los niños que recibía un aporte energético excesivo (51.8%), haya presentado desnutrición. Es probable que la administración excesiva de algunos sustratos interfirió con el metabolismo de órganos clave durante períodos críticos de enferme-

dad, y desviado los sustratos hacia vías catabólicas, pero el diseño de este estudio no permite analizar esta probabilidad.

Al analizar con detalle los resultados de este estudio, reconocemos algunas limitaciones. En primer lugar, sabemos que existen factores inherentes al padecimiento que pueden influir sobre el gasto energético, el aporte de energía, o sobre la adecuada utilización de los sustratos, como por ejemplo: el tipo de medicamentos administrados, la gravedad del padecimiento, el tipo de cirugía a la que se sometió el paciente, etc. Sin embargo, aunque el ajuste de estas variables en el análisis de los resultados no fue posible por el tamaño de la muestra, consideramos que la probabilidad de que los resultados no estén sesgados es alta, ya que son consistentes con los reportados para adultos o niños mayores.^{5,19} En segundo lugar, también podría considerarse como una limitación del estudio el que las mediciones se realizaran únicamente en los pacientes que no requerían ventilación mecánica, o en los que ya habían alcanzado la estabilidad hemodinámica; en este aspecto, y tomando en cuenta la alta proporción de niños con desnutrición aguda, pensamos que de haber incluido pacientes más graves, los resultados hubieran sido más firmes y aún en la misma dirección de los aquí presentados. Otra limitación del estudio es que el estado nutricional de los pacientes incluidos en este análisis, no fue registrado en los expedientes al momento de su ingreso al hospital. Por lo tanto, la proporción de desnutrición al momento del estudio se comparó con la proporción de desnutridos al nacimiento; estamos de acuerdo que otros factores, como el propio padecimiento, pueden haber afectado el estado de nutrición después del nacimiento pero antes de su ingreso; sin embargo, ya que los niños tenían en promedio 30 ± 7 días de edad y, por lo menos, 10 días de hospitalización, consideramos que el peso al nacimiento estaba muy cercano a su peso al ingreso. Finalmente, en este estudio se eliminaron del análisis los dos niños incluidos que recibían alimentación mixta porque no conformaron un grupo suficien-

te para ser analizado aparte; si bien es cierto que los pacientes con alimentación mixta conforma la mayoría en las UCIN, para este estudio la mayor parte de ellos no cumplieron con los criterios de selección.

Es importante el hecho de que el total de los niños incluidos en el grupo de AE habían recibido previamente APT; únicamente este grupo de niños (AE) presentaron una correlación positiva entre el GET y el ATE, sugiriendo que es precisamente en la transición en el tipo de alimentación cuando no se cumple con los requerimientos de energía.

En resumen, en la práctica clínica es muy problemático definir los requerimientos energéticos de los niños críticamente enfermos. Por lo general, cuando requieren alimentación parenteral se utilizan ecuaciones que podrían ser inadecuadas

para calcular las necesidades de energía en estos niños porque sus demandas y su respuesta metabólica varían ampliamente, dependiendo de la gravedad de la enfermedad, el estado metabólico, la respuesta individual, etc., y los protocolos de alimentación utilizados en las UCIN no toman en cuenta todos estos factores. Esto es de suma trascendencia porque estos niños, particularmente en la etapa neonatal, son más vulnerables a las complicaciones asociadas a una alimentación insuficiente o a una sobrealimentación. Con los resultados obtenidos en esta investigación, y la consistencia de los mismos con otros reportados para niños mayores y adultos, recomendamos que se determine el GER por lo menos cuando se encuentran recibiendo APT para que la estimación de energía requerida se apegue mejor a las necesidades particulares de cada paciente.

Referencias

1. López-Herce J, Sánchez-Sánchez C, Mencía-Bartolomé S, Santiago-Lozano MJ, Carrillo-Álvarez A, Bellón-Cano JM. Consumo calórico en el niño crítico: relación con las características clínicas, el aporte calórico y las fórmulas teóricas de cálculo de las necesidades. *An Pediatr*. 2007; 66: 229-39.
2. Villet S, Chiolerio RL, Bollmann MD, Revelly JP, Cayeux MC, Delarue J, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr*. 2005; 24: 502-9.
3. Briassoulis G, Tsorva A, Zabaras N, Hatzis T. Influence of an aggressive early enteral nutrition protocol on nitrogen balance in critically ill children. *J Nutr Biochem*. 2002; 13: 560-9.
4. Garvin CG, Brown RO. Nutritional support in the intensive care unit: Are patients receiving what is prescribed? *Crit Care Med*. 2001; 29: 204-5.
5. Coss-Bu JA, Klish WJ, Walding D, Stein F, Smith E, Jefferson LS. Energy metabolism, nitrogen balance, and substrate utilization in critically ill children. *Am J Clin Nutr*. 2001; 74: 664-9.
6. Premer DM, Gerogioff MK. Nutrition for Ill Neonates. *Pediatr Rev*. 1999; 20: 56-62.
7. Briassoulis G, Venkataraman Sh, Thompson AE. Energy expenditure in critically ill children. *Crit Care Med*. 2000; 28: 1166-72.
8. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. Guidelines on paediatric parenteral nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005; 41: S1-11.
9. De Klerk G, Hop WC, de Hoog M, Joosten KF. Serial measurements of energy expenditure in critically ill children: Useful in optimizing nutrition therapy? *Intensive Care Med*. 2002; 28: 1781-5.
10. Hulst JM, van Goudoever JB, Zimmermann LJ, Hop WC, Buller HA, Tibboel D, et al. Adequate feeding and the usefulness of the respiratory quotient in critically ill children. *Nutrition*. 2005; 21: 192-8.
11. Vázquez-Martínez JL, Martínez-Romillo PD, Díez-Sebastián J, Ruzia-Tarro F. Predicted versus measured energy expenditure by continuous, online indirect calorimetry in ventilated, critically ill children during the early post injury period. *Pediatr Crit Care Med*. 2004; 5: 19-27.
12. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Oficina Sanit Panam*. 1974; LXXVI: 375-84.
13. Lubchenco LO, Hansman Ch, Dressler, Boyd E. Intrauterine growth as estimated from live born birth-weight data at 24 to 42 weeks of gestation. *Pediatrics*. 1963; 32: 793-800.

14. Consultado el 28 de abril 2008: <http://www.cdc.gov/nchs/about/major/nhanes/growthcharts/zscore/zscore.htm>
15. Bronstein MN. Energy requirements and protein energy balance in preterm and term infants. En: Neonatal nutrition and metabolism. St. Louis: Mosby Year Book; 1991. p. 42-70.
16. Duggan C. Valoración nutricional en niños enfermos u hospitalizados. En: Hendricks KM, Duggan C, Walker WA, editores. Manual de nutrición pediátrica. México: Intersistemas Editores; 2000. p. 179.
17. Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. En: Kleinman RE, editor. Pediatric nutrition handbook. Illinois: AAP; 1998. p. 648.
18. Joosten KF, de Kleijn ED, Westerterp M, de Hoog M, Eijck FC, Hop WCJ, et al. Endocrine and metabolic responses in children with meningococcal sepsis: striking difference between survivors and nonsurvivors. J Clin Endocrinol Metab. 2000; 85: 3746-53.
19. McClave SA, Lowen CC, Kleber MJ, McConnell JW, Jung LY, Goldsmith LJ. Clinical use of the respiratory quotient obtained from indirect calorimetry. JPEN. 2003; 27: 21-6.
20. Hulst J, Joosten K, Zimmermann L, Hop W, van Buuren S, Büller H, et al. Malnutrition in critically ill children: From admission to 6 months after discharge. Clin Nutr. 2004; 23: 223-32.