

Nutrición parenteral en pediatría: ¿soluciones normalizadas mejor que individualizadas?

J.M. Moreno Villares^a, C. Fernández-Shaw^b, P. Gomis Muñoz^b,
M.^aA. Valero Zanuy^a y M. León Sanz^a

^aUnidad de Nutrición Clínica y ^bServicio de Farmacia. Hospital 12 de Octubre. Madrid. España.

Objetivos

La nutrición parenteral (NP) pediátrica (NPP) en España se ha prescrito y elaborado tradicionalmente de forma individualizada. Esta práctica conlleva la indicación diaria de la cantidad de cada uno de los componentes de la unidad nutriente, los cálculos precisos para su elaboración y la preparación propiamente dicha. Su principal ventaja es la flexibilidad y el ajuste preciso para el control bioquímico.

Determinar si es posible la estandarización de la NPP en un hospital terciario.

Pacientes y métodos

Revisión retrospectiva de la composición de todas las unidades de nutrientes para pacientes pediátricos elaboradas en el período comprendido entre el 1 de enero de 1996 y el 31 de diciembre de 1998. Se comparó cada prescripción con una NPP estándar que cumpliera las siguientes condiciones: *a*) ecuación de Holiday-Segar para el volumen; *b*) aporte calórico de 1 kcal/ml ($\pm 10\%$), y *c*) la siguiente distribución de nutrientes: aminoácidos, 8-15% del aporte calórico total; hidratos de carbono, 55-65%, y lípidos, 30-35%. Del resultado de esta comparación se estimó el número de unidades nutrientes que cumplían las tres condiciones citadas y las que sólo cumplían la tercera. Por otra parte, se revisó la distribución de las bolsas de NP de acuerdo con el protocolo seguido en nuestro centro, que permite tres opciones: NP estándar, NP individualizada y NP individualizada con aporte de electrolitos fijo por volumen de solución.

Resultados

Durante este período, 554 pacientes recibieron 7.921 unidades nutrientes. La duración media fue de 14,3 días y se elaboraron diariamente una media de 7,2 bolsas. Sólo el 4,5% cumplieron las tres condiciones, y el 16,2% la tercera. Es decir, sólo se hubiera podido elaborar una unidad nutriente al día si se aplicaran los criterios de normalización anteriormente expuestos. Cuando se analizó la apli-

cación de nuestro propio protocolo se observó que del total de NP sólo el 27,9% eran parcial o totalmente estandarizadas; sin embargo, si se excluyen los recién nacidos, aumenta hasta el 53,2%.

Conclusiones

Si se aplican criterios rígidos de estandarización, sólo un pequeño número de unidades nutrientes podrían prepararse de esta manera en un hospital terciario. La combinación de NP individualizada y estandarizada permite disminuir el trabajo en farmacia y los costes económicos asociados, al tiempo que se conserva la flexibilidad.

Palabras clave:

Nutrición parenteral. Recién nacido. Niño. Estandarización.

PEDIATRIC PARENTERAL NUTRITION: ARE STANDARD SOLUTIONS BETTER THAN INDIVIDUALIZED ONES?

Objective

Pediatric parenteral nutrition (PN) in Spain has traditionally been prescribed and made up on an individual basis. This practice entails daily indication of the quantity of each of the components of the PN bag as well as precise calculations for its formulation and preparation. The main advantages of individualized prescriptions are their flexibility and precise biochemical control.

The aim of this study was to determine whether pediatric PN can be standardized in a tertiary care hospital.

Patients and methods

We reviewed the composition of all the pediatric PN bags prepared in our hospital from 1.1.1996 to 31.12.1998. Each individual prescription was compared with a standard PN fulfilling the following criteria: *a*) Holiday-Segar equation for volume; *b*) 1 kcal/ml ($\pm 10\%$), and *c*) ma-

Correspondencia: Dr. J.M. Moreno Villares.
Unidad de Nutrición Clínica. Hospital 12 de Octubre.
Ctra. de Andalucía, km 5,400. 28041 Madrid. España.
Correo electrónico: jmoreno@hdoc.insalud.es

Recibido en septiembre de 2001.
Aceptado para su publicación en abril de 2002.

cronutrient distribution: 8-15% amino acids, 55-65% dextrose; 30-35% lipids. The results of this comparison were used to estimate the number of bags fulfilling all three criteria and those that fulfilled only the third. We also reviewed the distribution of PN bags prepared according to the protocol used in our center which allows three options: standard PN, individualized prescription, and individualized prescription except electrolytes, supplied in fixed concentrations per liter of PN.

Results

Five hundred fifty-four patients received 7,921 PN bags. The mean duration of PN was 14.3 days and the mean number of PN per day was 7.2. Only 4.5% fulfilled all three criteria but 16.2% satisfied at least the last criterion. If the three criteria for standardization were applied, only one PN bag/day could be prepared. Analysis of the application of our protocol revealed that of all the PN bags prepared only 27.9% were partially or totally standardized. However, exclusion of neonates increased this figure to 53.2%.

Conclusions

If rigid standardization criteria are applied, only a small number of PN bags can be prepared in a tertiary hospital. Combining both standard and tailored PN could reduce pharmacy workload and costs while maintaining flexibility.

Key words:

Parenteral nutrition. Newborn. Children. Standardization.

INTRODUCCIÓN

La nutrición parenteral (NP) es un componente esencial del cuidado de los pacientes ingresados que no toleran una alimentación enteral. La provisión de la NP es un proceso complejo en el que, de forma coordinada, se incluyen las siguientes tareas: prescribir, evaluar la idoneidad de la solución prescrita, elaborar las soluciones, prevenir precipitaciones, contaminación o incompatibilidades farmacológicas y controlar la calidad de la solución elaborada.

La NP pediátrica (NPP) en España se ha prescrito tradicionalmente de forma individualizada. Esta práctica conlleva la indicación diaria de la cantidad de cada uno de los componentes de la bolsa de NP, los cálculos necesarios para su elaboración y la preparación propiamente dicha. El 87% de los hospitales que contestaron una encuesta reciente sobre la prescripción y elaboración de NPP en España manifestaron que se realizaban en sus centros de forma individualizada¹.

La razón que justifica esta práctica es la gran variabilidad en la composición de la NPP, explicada por los diferentes requerimientos nutricionales en las distintas etapas de la infancia y las distintas enfermedades y situaciones clínicas². Las principales ventajas de una NPP individualizada consisten en una mayor flexibilidad en la prescripción y un ajuste preciso para el control bioquímico. Por el contrario, en otros países, sobre todo en Estados Unidos y en Canadá, ha predominado el uso de las soluciones estandarizadas, que facilitan la elaboración y reducen los costes económicos. La experiencia publicada con NPP estandarizada en España es muy limitada³.

Con el fin de determinar la posibilidad de estandarizar las NPP en un hospital terciario, se revisó la composición de todas las soluciones pediátricas elaboradas en nuestro hospital a lo largo de 3 años de acuerdo con los protocolos vigentes en el centro.

PACIENTES Y MÉTODOS

Pacientes

Estudio longitudinal descriptivo en el que se revisa de forma retrospectiva la composición de todas las unidades nutrientes para pacientes con edad inferior a 16 años, elaboradas en el período comprendido entre el 1 de enero de 1996 y el 31 de diciembre de 1998. Durante ese período, 554 pacientes recibieron 7.921 bolsas de NP, de las que 3.757 correspondían a recién nacidos. La duración media de la NP fue de 14,3 días y se elaboraron diariamente una media de 7,2 unidades nutrientes. Se consideró recién nacido cuando la edad posnatal era inferior o igual a 28 días y niño por encima de esa edad. La edad se valoró en el día de comienzo de la nutrición parenteral.

Métodos

Se comparó cada prescripción con una NP estándar que cumpliera las siguientes condiciones: *a*) ecuación de Holiday-Segar para el volumen⁴, que relaciona las necesidades de líquidos con el gasto energético; se basa en el gasto energético en reposo y predice los requerimientos líquidos como se describe en la tabla 1; *b*) aporte calórico de 1 kcal/ml ($\pm 10\%$)⁵; *c*) distribución de nutrientes: aminoácidos (8-15%) del aporte calórico total; hidratos de carbono (55-65%); lípidos (30-35%), siguiendo las recomendaciones más habituales^{6,7}. Del resultado de esta comparación se determinó el número de unidades nutrientes que cumplían los tres criterios citados, y las que sólo satisfacían el de la distribución de nutrientes.

Por otra parte, se revisó cuál había sido la distribución de las unidades nutrientes elaboradas en el hospital a lo largo del período de estudio, de acuerdo con el protocolo seguido en el centro y que permite tres posibilidades de NP: *a*) estándar, en la que tanto el volumen como el contenido en nutrientes es fijo; *b*) individualizada, con indicación diaria de cada uno de sus componentes, y *c*) in-

TABLA 1. **Requerimientos de líquidos en la nutrición parenteral pediátrica (Holliday-Segar)**

Primeros 10 kg	100 ml/kg
Entre 10 y 20 kg	1.000 ml por los 10 primeros kg más 50 ml/kg
A partir de 20 kg	1.500 ml por los 20 primeros kg más 20 ml/kg

TABLA 2. Petición de nutrición parenteral en pediatría

Fecha: _____	Etiqueta del paciente	
Paciente: _____	Servicio: _____	
Peso (kg): _____ Edad: _____ Cama: _____ N.º H.ª: _____		
PRESCRIPCIÓN		
Por kg de peso/día	Totales	Dietas estándar
Líquidos (ml)	_____	C-1500 Normoproteica volumen: 1.860 ml
Tipo AA	_____	C-2000 con 85 g de aminoácidos Normoproteica volumen: 2.120 ml
Aminoácidos (g)	_____	C-2000 Hiperproteica volumen: 2.120 ml
Glucosa (g)	_____	C-2000 Hiperproteica volumen: 2.120 ml
Grasas (g) Clinoleic®/LCT/MCT®	_____	Otras
ELECTROLITOS		
Estándar:	Situaciones especiales (o aportes):	
Sodio: 31 mEq/l	Por kg _____ totales _____	
Potasio: 24 mEq/l	Sodio: _____ mEq	
Calcio: 22,5 mEq/l	Potasio: _____ mEq	
Magnesio: 4 mEq/l	Calcio: _____ mEq	
Cloruro: 24 mEq/l	Magnesio: _____ mEq	
Fosfato: 7,5 mmol/l	Cloruro: _____ mEq	
Acetato: 18 mEq/l	Fosfato: _____ mmol	
	Acetato: _____ mEq	
Otros aportes: _____		
Fármacos: _____		
Micronutrientes: _____	Estándar _____	Insuficiencia renal _____ Colestasis _____
Observaciones: _____		
Firma: _____	Médico: _____	Interfono: _____

Notas: Siempre que sea posible todos los componentes de la nutrición parenteral incluidos los lípidos, irán en la misma bolsa.

Los valores de vitaminas y oligoelementos se supondrán estándar si no se indica lo contrario.

El aporte máximo de calcio es 20 mEq. Cuando se indique electrolitos estándar y el niño tenga más de 8 años y 1.750 ml de volumen se añadirán 75 ml de multielectrolítica de adultos (Na: 75; K: 60; Ca: 15; Mg: 15) + 15 ml de glicerosfosfato.

dividualizada en el aporte de hidratos de carbono, proteínas y lípidos, pero con aporte de electrolitos fijo por volumen de solución (tabla 2). Todas las unidades nutrientes contienen diariamente las cantidades recomendadas de vitaminas y oligoelementos^{2,8}. Todas las NP neonatales se individualizaron, de acuerdo con el protocolo vigente.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media aritmética y desviación estándar (DE) en el caso de las variables cuantitativas y como porcentaje en las variables cualitativas. Para la comparación de proporciones se utilizó el test de la chi cuadrado (χ^2). Se consideraron significativos los valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La distribución de las unidades nutrientes de acuerdo con el protocolo del centro refleja un porcentaje bajo de NP estandarizadas (5,3%) y un número mayor de NP con un aporte de electrolitos estándar (tabla 3). Así, si se excluye a los recién nacidos, el 53,2% de las bolsas de NP fueron total o parcialmente estandarizadas.

Cuando se compararon las unidades nutrientes elaboradas con los criterios de estandarización establecidos se observó que sólo el 4,5% cumplieron los tres criterios, cifra que aumentó hasta el 16,2% cuando se consideró el criterio de distribución equilibrada de macronutrientes. Es decir, sólo podría haberse elaborado entre 0,3 y 1 unidad nutriente estandarizada cada día, si se hubieran aplicado los criterios de normalización expuestos. En el análisis

TABLA 3. Distribución de unidades nutrientes elaboradas durante el período de estudio

Nutrición parenteral	Número total (%) (n = 7.921)	En neonatos (%) (n = 3.757)	En niños (%) (n = 4.164)
Estándar	416 (5,2)	0	416 (10)
Individualizada con electrolitos estándar	1.801 (22,7)	0	1.801 (43,3)
Individualizada	5.702 (72,1)	3.757 (100)	1.947 (46,7)

TABLA 4. Composición en macronutrientes de las NPP durante el período de estudio

	Neonatales (n = 3.757) (%)	Niños (n = 4.164) (%)	
Aminoácidos			
Rango (porcentaje del aporte calórico)	2,4-21,7	3,2-36,2	
Número de bolsas con contenido entre 8-15% del aporte calórico total	3.215 (85,6)	3.057 (73,4)	p > 0,01
Hidratos de carbono			
Rango (porcentaje del aporte calórico)	27,6-96,3	22,4-92,3	
Número de bolsas con contenido entre 55-65% del aporte calórico total	1.324 (35,2)	2.375 (57,0)	p < 0,001
Lípidos			
Rango (porcentaje del aporte calórico)	0-51,7	0-30,0	
Número de bolsas con contenido entre 30-35% del aporte calórico total	3.336 (88,8)	2.697 (64,8)	p < 0,001

Significación estadística cuando p < 0,01.
NPP: nutrición parenteral pediátrica.

de cada uno de los nutrientes en comparación con el rango de referencia se observan diferencias significativas entre las NP en recién nacidos y las del resto de niños, en particular para los hidratos de carbono (tabla 4). Sólo un tercio de las bolsas de NP neonatales contenían entre el 55 y el 65% de sus aportes calóricos en hidratos de carbono. Esta diferencia es explicable por la progresión más lenta en la administración de dextrosa en la NP de los recién nacidos.

DISCUSIÓN

Las necesidades calóricas en el paciente adulto se determinan mediante calorimetría indirecta o calculándose a partir de cualquiera de las ecuaciones validadas, como la de Harris y Benedict⁹. La disponibilidad de programas informáticos para la elaboración de las NP puede añadir

exactitud al cálculo y simplicidad a la prescripción^{10,11}. El resultado final permite observar que la mayoría de unidades nutrientes para adultos se encuentra dentro de unos límites relativamente estrechos, lo cual facilita la estandarización, y en consecuencia, el mejor aprovechamiento de los recursos en el servicio de farmacia¹². La estandarización facilita además el mejor conocimiento de las interacciones fisicoquímicas de los nutrientes en diversas condiciones clínicas y de las incompatibilidades con la administración conjunta de fármacos¹³⁻¹⁵.

En el paciente pediátrico se producen cambios importantes en la composición corporal, en el crecimiento y en el gasto energético en función de la edad⁵. El recién nacido prematuro presenta además grandes diferencias en relación con el recién nacido a término y precisa un aporte nutricional distinto¹⁶. Estas especiales características del niño dificultan la estandarización de la NPP, aunque no la hacen imposible^{3,17}. Los requerimientos hídricos pueden obtenerse de la fórmula de Holliday-Segar citada en la tabla 1, aunque no son válidas para prematuros¹⁸. Las necesidades de energía y nutrientes son más variables, sobre todo en situaciones clínicas distintas¹⁹. Las ecuaciones de Schofield son las que mejor parecen predecir el gasto energético basal²⁰. Existe más discusión, sin embargo, en la proporción de nutrientes, así como en la progresión de éstos: 15%, aminoácidos; 65%, hidratos de carbono, y 20%, grasa, para la American Academy of Pediatrics²¹; y 10-12%, aminoácidos, 55-60%, hidratos de carbono, y 25-30%, lípidos, en nuestra práctica². Todas estas diferentes variables dificultan la estandarización de las NPP. En el análisis de nuestra práctica clínica, aunque en la mayoría de unidades nutrientes cada uno de los macronutrientes se encontraba dentro del rango que se ha utilizado como criterio de comparación, pocas son las que cumplen todas las condiciones de manera simultánea. La estandarización de la NPP, además de las ventajas ya citadas previamente, hace posible la disponibilidad de reservas de unidades nutrientes en el Servicio de Farmacia y la mejora de los indicadores de calidad debido a la utilización de viales enteros en vez de fracciones de los mismos, lo cual minimiza los errores debidos a cálculos y medidas³. Obliga, sin embargo, a la utilización de mezclas desproporcionadas, sobre todo en los días iniciales de administración de la NP¹⁰ y no permite modificaciones en su composición²².

Si se aplican criterios rígidos de estandarización, se encuentra que para un hospital terciario como el nuestro, sólo podría prepararse de esta manera un pequeño número de bolsas cada día (1 sobre 7). La alternativa sería disponer de un número elevado de soluciones estandarizadas que abarcaran la mayoría de posibilidades de prescripción, lo que parece poco práctico para el volumen de elaboración del centro.

No obstante, cabe considerar que algunas de las ventajas de la estandarización como la utilización de viales

enteros en vez de fracciones de éstos, puede conseguirse con las siguientes prácticas: elaboración de todas las unidades nutrientes para pediatría de una vez y con el uso de soluciones estandarizadas de electrolitos. Como las necesidades de fluidos varían con el peso y las necesidades de electrolitos también, sería más correcto prescribir estos en miliequivalentes o milimoles por litro de solución en vez de por kilogramo de peso (v. tabla 2). Para los niños con un peso superior a 30 kg, pueden elaborarse NP estándar, con ligeras modificaciones a partir de las soluciones ya disponibles para adultos, aunque este es un porcentaje pequeño de pacientes en nuestra experiencia. La combinación de NP individualizadas y normalizadas permite disminuir los costes y el trabajo en el servicio de farmacia al tiempo que conserva la flexibilidad.

La sola modificación del formulario de prescripción de la NP, aunque puede mejorar la adecuación a las guías o protocolos de buena práctica, no parece medida suficiente para evitar complicaciones²³. Nuevos métodos, incluyendo la posibilidad de hacer la petición de la NPP online, pueden ayudar a reducir el tiempo dedicado a prescribir la NP y mejorar la calidad de la misma, a la vez que puede asociarse a un sistema automático de composición de mezclas^{24,25}.

Cada institución debe, por lo tanto, adecuar el sistema de prescripción y de elaboración de las NPP a las características de su población. En nuestra experiencia, un sistema que permita estandarizar e individualizar resulta coste-efectivo y flexible, facilitando la tarea tanto del servicio que prescribe (pediatría o neonatología) como del que elabora (farmacia).

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández-Shaw C, Muñoz MJ, Gomis P, Moreno JM. Elaboración de la nutrición parenteral pediátrica: variabilidad de la práctica clínica. *An Esp Pediatr* 2001;54(Suppl 3):52.
2. Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R, Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. *An Esp Pediatr* 2000;52(Supl 3):1-33.
3. Aldámiz-Echevarría Azuara L, Bachiller Cacho MP, Gayán Lera MJ, Paisán Grisolia L, López Arzoz G, Barcia Romero MJ, et al. Estandarización de la nutrición parenteral en el neonato. *An Esp Pediatr* 1995;43:203-7.
4. Hollyday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics* 1957;19:823-32.
5. ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guideline for the use of parenteral and enteral nutrition in adults and pediatric patients. Section VII: Normal requirements. *Pediatrics. J Parent Ent Nutr* 2002;26:255A-32SA.
6. Shew SB, Jaksic T. The metabolic needs of critically ill children and neonates. *Semin Pediatr Surg* 1999;8:131-9.
7. Kalhan SC, Kilic T. Carbohydrate and nutrient in the infant and child: Range of acceptable intake. *Eur J Clin Nutr* 1993;53 (Suppl 1):S94.
8. Greene HL, Hambidge M, Schanler R, Tsang RC. Guidelines for the use of vitamins, trace elements, calcium, magnesium, and phosphorus in infants and children receiving total parenteral nutrition: Report of the Subcommittee on Clinical Practice Issues of the American Society for Clinical Nutrition. *Am J Clin Nutr* 1988;48:1324-42.
9. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Publication 279. Washington: Carnegie Institution, 1919.
10. Schloerb PR. Electronic parenteral and enteral nutrition. *JPEN* 2000;24:23-9.
11. Cade A, Thorp H, Puntis JWL. Does the computer improve the nutritional support of the newborn? *Clin Nutr* 1997;16:19-23.
12. Schloerb PR, Henning JF. Patterns and problems of adult TPN use in US academic medical centers. *Arch Surg* 1998;133:7-12.
13. Li LC, Sampogna TP. A factorial design on the physical stability in 3-in-1 admixtures. *J Pharm Pharmacol* 1993;77:985-7.
14. Drisdoll DF. Total nutrient admixtures: Theory and practice. *Nutr Clin Pract* 1995;10:114-9.
15. Drisdoll DF. Physicochemical assessment of total nutrient admixture stability and safety: Quantifying the risk (editorial). *Nutrition* 1997;13:166-7.
16. ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guideline for the use of parenteral and enteral nutrition in adults and pediatric patients. Section X: Life cycle and metabolic conditions. *J Parent Ent Nutr* 2002;26:455A-485A.
17. Devlieger H, De Pourcq L, Casneuf A, Vanhole C, Zegher F, Jaeken J, et al. Standard two-compartment formulation for total parenteral nutrition in the neonatal intensive care unit: A fluid tolerance based system. *Clin Nutr* 1993;12:282-6.
18. Committee on Nutrition. Parenteral nutrition. En: Kleinman RE, editor. *Pediatric Nutrition Handbook*, 4th ed. Am Acad Pediatrics, 1998, capítulo 20.
19. ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guideline for the use of parenteral and enteral nutrition in adults and pediatric patients. Section XII: Administration of specialized nutrition support. Issues unique to Pediatrics. *J Parent Ent Nutr* 2002;26:975A-1385A.
20. Schofield WN, Schofield C, James WPT. Basal metabolic rate. Review and prediction, together with annotated bibliography of source material. *Hum Nutr: Clin Nutr* 1985;39(Suppl 1):5-41.
21. Kerner JA Jr, editor. *Manual of pediatric parenteral nutrition*. New York: John Wiley & Sons, 1983.
22. Stettler N, Sentongo TA, Carroll M, Schears GJ, Mascarenhas MR. Impact of customized parenteral nutrition in a pediatric hospital. *NCP* 2001;16:345-8.
23. Cerulli J, Malone M. Can changes to a total parenteral nutrition order form improve prescribing? *Nutr Clin Pract* 2000;15: 143-51.
24. MacKay MW, Farr FL, Jones K, Eggert LD, Jackson WD, McDonald CM. Pediatric parenteral nutrition via computerized worksheet and automated compounding. *Nutr Clin Pract* 2000; 15:130-7.
25. Puango MA, Nguyen HL, Sheridan MJ. Computerized PN ordering optimizes timely nutrition therapy in a neonatal intensive care unit. *J Am Diet Assoc* 1997;97:258-61.