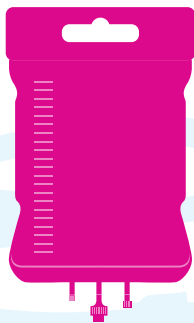
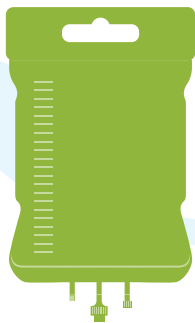


Nutrición parenteral en PEDIATRÍA



Grupo Español de Trabajo en Nutrición Infantil

Avalado por:



NUTRICIÓN PARENTERAL EN PEDIATRÍA

NUTRICIÓN PARENTERAL EN PEDIATRÍA

Rosa A. Lama More

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

Editorial Glosa, S.L.

Avinguda de la Meridiana 358, 10.^a planta - 08027 Barcelona
Teléfonos: 932 684 946 / 932 683 605 - Telefax: 932 684 923
www.editorialglosa.es

ISBN: 978-84-7429-634-1

© Rosa A. Lama More

© Editorial Glosa, S.L.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni transmitida en ninguna forma o medio, incluyendo las fotocopias o cualquier sistema de recuperación de almacenamiento de información, sin la autorización por escrito del titular de los derechos.

Coordinadora del Grupo Español de Trabajo en Nutrición Infantil

Rosa A. Lama More

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

José Antonio Blanca García

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

Marta Castell Miñana

Centro Sanitario Integrado de Llíria (Valencia). Servicio de Urgencias.
Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

Pedro Cortés Mora

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

Rafael Galera Martínez

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría.
Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

Miriam Herrero Álvarez

Servicio de Pediatría.
Hospital Universitario Rey Juan Carlos. Madrid.

Encarnación López Ruzafa

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría.
Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

Agustín de la Mano Hernández

Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario del Henares. Coslada (Madrid).

Ana Moráis López

Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.

Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

María del Carmen Rivero de la Rosa

Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

Gerardo Rodríguez Martínez

Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física.

Universidad de Zaragoza. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.

Zaragoza.

Ignacio Ros Arnal

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

Prólogo	11
Capítulo 1 Introducción <i>Rosa A. Lama More</i>	13
Capítulo 2 Respuesta metabólica a la enfermedad <i>Rosa A. Lama More, Gerardo Rodríguez Martínez y Marta Castell Miñana</i>	15
Capítulo 3 Valoración nutricional <i>Ignacio Ros Arnal, Agustín de la Mano Hernández y Ana Moráis López</i>	21
Capítulo 4 Indicaciones de nutrición parenteral <i>María del Carmen Rivero de la Rosa, Encarnación López Ruzafa y Pedro Cortés Mora</i>	29
Capítulo 5 Soluciones para nutrición parenteral <i>Ignacio Ros Arnal, Miriam Herrero Álvarez y Gerardo Rodríguez Martínez</i>	33

Capítulo 6	
Requerimientos y diseño de la fórmula	51
<i>Rosa A. Lama More, Ana Moráis López y José Antonio Blanca García</i>	
Capítulo 7	
Vías de acceso y material	65
<i>Encarnación López Ruzafa, Rafael Galera Martínez y María del Carmen Rivero de la Rosa</i>	
Capítulo 8	
Cuidados del catéter venoso central	77
<i>Marta Castell Miñana, Pedro Cortés Mora e Ignacio Ros Arnal</i>	
Capítulo 9	
Forma de administración	85
<i>Miriam Herrero Álvarez, Ignacio Ros Arnal y Rafael Galera Martínez</i>	
Capítulo 10	
Seguridad y compatibilidad de la fórmula	89
<i>Marta Castell Miñana, Ana Moráis López y María del Carmen Rivero de la Rosa</i>	
Capítulo 11	
Monitorización de la nutrición parenteral	99
<i>Agustín de la Mano Hernández, Pedro Cortés Mora e Ignacio Ros Arnal</i>	
Capítulo 12	
Complicaciones (I)	105
<i>Pedro Cortés Mora, María del Carmen Rivero de la Rosa y Ana Moráis López</i>	

Capítulo 13	
Complicaciones (II)	121
<i>Agustín de la Mano Hernández, José Antonio Blanca García y Miriam Herrero Álvarez</i>	
Capítulo 14	
Retirada de la nutrición parenteral	131
<i>Rafael Galera Martínez, Encarnación López Ruzafa y Ana Moráis López</i>	
Capítulo 15	
Nutrición parenteral en el recién nacido prematuro	139
<i>Gerardo Rodríguez Martínez, Marta Castell Miñana y María del Carmen Rivero de la Rosa</i>	
Capítulo 16	
Nutrición parenteral en situaciones especiales.	
Introducción	149
<i>Ana Moráis López</i>	
• Nutrición parenteral en el fracaso intestinal	150
<i>Miriam Herrero Álvarez, Ana Moráis López y Rafael Galera Martínez</i>	
• Nutrición parenteral en la enfermedad hepática	156
<i>Rafael Galera Martínez, Pedro Cortés Mora e Ignacio Ros Arnal</i>	
• Nutrición parenteral en la enfermedad renal	162
<i>Rosa A. Lama More, Gerardo Rodríguez Martínez y Marta Castell Miñana</i>	
• Nutrición parenteral en enfermedades oncológicas y en trasplante de médula ósea	166
<i>María del Carmen Rivero de la Rosa, Marta Castell Miñana y Agustín de la Mano Hernández</i>	

- **Nutrición parenteral en el paciente crítico** 171
*José Antonio Blanca García, Ignacio Ros Arnal
y Pedro Cortés Mora*

Capítulo 17

- Nutrición parenteral domiciliaria** 175
Ana Moráis López, Ignacio Ros Arnal y Encarnación López Ruzafa

Nos ha parecido de interés hacer un manual de nutrición parenteral (NP) que tuviera el mismo formato que la obra *Nutrición enteral en pediatría* para que salieran juntos como dos manuales gemelos; aunque esto no ha sido posible por razones logísticas, esperamos que tenga una acogida similar a la de nuestras dos ediciones de nutrición enteral.

Este manual, al igual que el anterior de nutrición enteral, va dirigido a pediatras en formación y aquellos a los que se les plantea instaurar este tipo de soporte en sus pacientes. La NP es una forma de soporte de riesgo y debe ser utilizada por personal con experiencia de unidades de nutrición; sin embargo, somos conscientes de que este tipo de unidades no siempre pueden cubrir esta necesidad en los hospitales pediátricos que cuentan con ellos, porque son servicios con escaso personal. Además, solo una minoría de los hospitales pediátricos cuenta con unidades de nutrición y, por tanto, este soporte debe ser utilizado por pediatras hospitalarios que sean conocedores de su manejo.

Nuestra idea es que es que en muchas ocasiones el pediatra hospitalario debe instaurar NP (neonatólogo, hepatólogo, intensivista, etc.) durante tiempos cortos, y pensando en ellos hemos querido hacer este manual.

Un mejor conocimiento de la utilización de esta forma de soporte nutricional permitirá disminuir los riesgos que entraña la decisión de instaurarla en un momento determinado de la evolución del paciente, evitar errores tanto en el diseño como en la prescripción de la fórmula, y, de esta manera, rebajar el costo asociado.

Me siento muy orgullosa de haber vivido los inicios del trabajo de este grupo de médicos jóvenes que tienen por delante una larga y productiva vida profesional; ser su coordinadora ha supuesto mucho para mí después de haber publicado dos manuales de nutrición enteral y este de nutrición parenteral.

Creo que este manual será una herramienta muy apreciada por los pediatras que deben instaurar este tipo de soporte nutricional.

Un mejor conocimiento del soporte nutricional evidenciará posiblemente la necesidad de instaurar unidades de nutrición pediátrica en todos los hospitales pediátricos.

Rosa A. Lama More

Rosa A. Lama More

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

El momento de instauración de la nutrición parenteral (NP) en pediatría, que se establece cuando un niño no es capaz de cubrir sus requerimientos utilizando el tracto gastrointestinal, depende de su estado nutricional, de su situación de enfermedad y, sobre todo, de su edad. En el recién nacido prematuro, la instauración debe ser inmediata al nacimiento, pero en el niño mayor y adolescente el tiempo de espera puede ser de 5-7 días dependiendo de la situación clínica.

Los hospitales deberán contar con hojas específicas de petición para que la fórmula sea preparada en la farmacia del hospital en condiciones de esterilidad y con garantías de estabilidad. Debe existir una estrecha colaboración entre los servicios pediátricos y el servicio de farmacia hospitalaria. En la hoja de petición constarán los datos del paciente, el diagnóstico de base y el motivo de la indicación, así como el nombre del médico que la ha prescrito.

Es recomendable que los hospitales cuenten con fórmulas estándar que eviten complicaciones por una mala proporción de nutrientes en el diseño de la fórmula.

Todos los profesionales que intervienen en esta técnica de soporte han de conocer el manejo de los catéteres y de saber identificar los primeros signos de posibles complicaciones.

Finalmente, el médico tendrá en cuenta que en ocasiones mantener la NP puede no ser beneficioso por las condiciones médicas del paciente o por el pronóstico de la enfermedad de base, en cuyo caso se debe plantear la retirada de la NP; para esta decisión, es necesaria la opinión de todos los médicos implicados en el tratamiento, y el cuidado del paciente pasará al equipo de cuidados paliativos.

Metodología

El manual, que ha sido realizado con la experiencia del grupo y análisis de la literatura y de las guías nacionales e internacionales, se ha estructurado de modo sencillo y práctico, basado en esquemas para que sea más útil.

Todos los capítulos tienen un autor coordinador y están firmados por tres autores, todos ellos miembros del grupo. Ningún capítulo se ha visto interferido por miembros de la industria.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Manual dirigido a pediatras en formación y pediatras que necesiten instaurar este tipo de soporte nutricional.
- Colaborar en disminuir complicaciones de esta técnica de soporte de alto riesgo.

Bibliografía

- Boullata JJ, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, et al.; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. ASPEN clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38:334-77.
- Goulet O, Ruemmele F, Lacaille F, Colomb V. Irreversible intestinal failure. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2004;38:250-69.
- Grissinger M. Another tragic parenteral nutrition compounding error. *PT.* 2014;39:810-22.
- Pietka M, Watrobska-Swietlikowska D, Szczepanek K, Szybinski P, Sznitowska M2, Klęk S. Nutritional support teams: the cooperation among physicians and pharmacists helps improve cost-effectiveness of home parenteral nutrition (HPN). *Nutr Hosp.* 2014;31:251-9.
- Watrobska-Swietlikowska D, Kwidzyńska A, Szlagatys-Sidorkiewicz A, Sznitowska M, Klęk S. Finding new solutions in pediatric parenteral admixtures: how to improve quality and to deal with shortages. *Nutr Hosp.* 2014;30:84-93.

Rosa A. Lama More¹

Gerardo Rodríguez Martínez²

Marta Castell Miñana³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

²Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física.
Universidad de Zaragoza. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.
Zaragoza.

³Centro Sanitario Integrado de Llíria (Valencia). Servicio de Urgencias.
Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

Introducción

En situación de enfermedad, el organismo genera una respuesta que ocasiona cambios fisiológicos y metabólicos dirigidos a mejorar la supervivencia. La intensidad de la respuesta depende del grado de afectación y de la capacidad del organismo para generar tal respuesta, esta última en relación directa con la cantidad de masa celular corporal. Las respuestas de intensidad baja ocurren en situaciones de enfermedad crónica, y las de intensidad alta, en caso de daño grave o sepsis. En ocasiones, la respuesta sistémica es tan intensa que tiene un efecto perjudicial y contrario al deseado, y puede provocar incluso un fracaso multiorgánico.

Respuesta metabólica a la enfermedad

1. **Hipercatabolismo proteico.** Tiene lugar por tres vías: a) lisosomal o proteólisis extracelular; b) citosólica, dependiente de calcio, importante en las situaciones de daño tisular; y c) sistema ubiquitino-proteosómico, vía común final, muy importante para la degradación de las proteínas intracelulares. Es dependiente del trifosfato de adenosina (ATP) y está controlado por citocinas, hormonas y nutrientes.
2. **Disminución del tejido graso por una mayor lipólisis y disminución en la síntesis grasa (lipogénesis).** El factor de necrosis tumoral alfa

(TNF- α), la citocina más importante, inhibe la lipoproteína-lipasa y disminuye la sensibilidad a la insulina. El aumento de la lipólisis produce una descarga de ácidos grasos y glicerol del tejido adiposo. El glicerol es utilizado en la gluconeogénesis. Muchos ácidos grasos son reesterificados en el hígado y salen a la sangre como lipoproteínas de muy baja densidad.

3. **Aumento del gasto energético**, que depende del grado de afectación. La activación de las proteínas desacoplantes (UCP) supone un aumento del gasto energético por aumento de la termogénesis adaptativa. El TNF- α induce la termogénesis y la expresión de ARNm UCP2 en diversos tejidos.
4. **Hiperglucemia**, aumento de la glicólisis y de gluconeogénesis. La gluconeogénesis esta condicionada por el aumento en la producción de glucagón. El cortisol aumenta la actividad de las enzimas gluconeogénicas en el hígado y promueve la producción de glucagón. Los esteroides disminuyen la cantidad y sensibilidad de los receptores celulares de insulina.
5. **Hipometabolismo**. Cuando el paciente se agrava, su respuesta para mantener el balance energético falla y entra en una fase de hipometabolismo con disfunción a nivel mitocondrial.

Respuestas al estrés

- Respuesta homeostática propiamente dicha, que altera el medio interno
- Respuesta emocional secundaria al miedo y la ansiedad.
- Los sistemas comprometidos en la respuesta inicial son el sistema nervioso central y el periférico, así como mediante señales humorales: hormonas, citocinas y otros mediadores.
- En general, la enfermedad activa vías aferentes humorales y neurológicas que ponen en marcha una serie de procesos; estos procesos constituyen la respuesta inflamatoria generalizada, o síndrome general de adaptación o de respuesta al estrés.
- La adaptación física y conductual incluye la supresión de la ingesta, hiperglucemia, aumento de la proteólisis con gluconeogénesis, lipólisis con glucogenólisis y cetogénesis, inhibición de la función gástrica y de la digestión, y estimulación de la motilidad colónica.

- La respuesta final tisular distal y sostenida viene mediada por las citocinas, que son moléculas segregadas por monocitos y macrófagos y otras células del sistema inmunitario. La tríada proinflamatoria más importante y mejor conocida es la formada por el TNF- α , la interleucina 1 y la interleucina 6. A nivel experimental estas citocinas producen hiperglucemia, aumento de ácidos grasos libres y aumento de la termogénesis.

Respuesta clínica

- El propio proceso de la enfermedad (inflamación, infección sistémica, crecimiento tumoral, etc.) activa vías aferentes neurológicas y humorales que ponen en marcha el estado catabólico.
- Con el catabolismo, el organismo obtiene nutrientes para la síntesis de moléculas imprescindibles en la respuesta metabólica: proteínas reactantes de fase aguda, y para la producción de energía en un momento en el que existe una termogénesis aumentada y la ingesta probablemente esté disminuida.
- Pérdida de peso cuando los procesos de catabolismo superan a los de anabolismo, y que afectan tanto al músculo esquelético como al tejido adiposo (tabla 1; fig. 1).

Tabla 1. Respuesta clínica del estrés

-
- Disminución de la ingesta
 - Aumento del gasto energético basal
 - Aumento de catabolismo energético proteico
 - Pérdida de peso
-

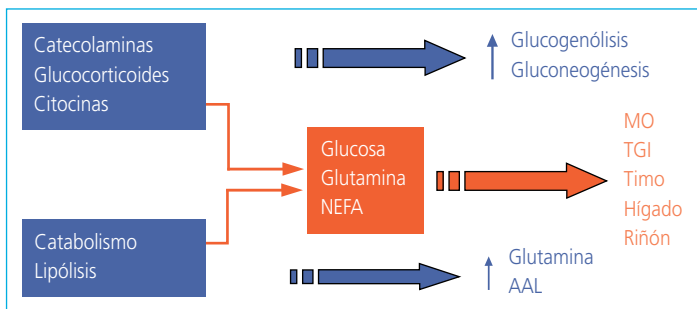


Figura 1. Respuesta metabólica a la enfermedad.

AAL: aminoácidos libres; MO: médula ósea; NEFA: ácidos grasos no esterificados; TGI: tracto gastrointestinal.

PUNTOS PARA RECORDAR

- En situación de enfermedad, el organismo genera una respuesta que induce cambios fisiológicos y metabólicos dirigidos a mejorar la supervivencia pero que, según su intensidad, a veces puede empeorar la evolución.
- La respuesta a la enfermedad consiste en la activación de factores neurológicos hormonales y humorales que condicionan alteraciones en el metabolismo de los principios inmediatos y en el balance energético.
- Las alteraciones metabólicas en respuesta a la enfermedad inducen catabolismo proteico, lipólisis y disminución de la lipogénesis, y, por tanto, depleción de los tejidos magro y graso.
- En situación de enfermedad aparece hiperglucemia por aumento de la disponibilidad de metabolitos (glicerol, lactato y aminoácidos) y resistencia periférica a la insulina.
- Es necesario conocer las alteraciones metabólicas presentes en la enfermedad para mejorar la eficacia del soporte nutricional y el manejo global en dichas situaciones.

Bibliografía

- Ciofu O, Lykkesfeldt J. Antioxidant supplementation for lung disease in cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;8:CD007020.
- Dulloo AG, Samec S. Uncoupling proteins: their roles in adaptive thermogenesis and substrate metabolism reconsidered. *Br J Nutr.* 2001;86:123-39.
- Gerhardt CC, Romero IA, Canello R, Camoin L, Strosberg AD. Chemokines control fat accumulation and leptin secretion by cultured human adipocytes. *Mol Cell Endocrinol.* 2001;175:81-92.
- Juskewitch JE, Prasad S, Santillan Salas CF, W Huskins CH. Reliability of the identification of the systematic inflammatory response syndrome in critically ill infants and children. *Pediatr Crit Care Med.* 2012;13:e55-e57.
- Langhans W. Peripheral mechanisms involved with catabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2002;5:419-26.
- Mitch WE, Goldberg AL. Mechanisms of muscle wasting: the role of the ubiquitin-proteasome pathway. *New Engl J Med.* 1996;335:1897-905.
- Murray TV, Ahmad A, Brewer AC. Reactive oxygen at the heart of metabolism. *Trends Cardiovasc Med.* 2014;24:113-20.

Ignacio Ros Arnal¹

Agustín de la Mano Hernández²

Ana Moráis López³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

²Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario del Henares. Coslada (Madrid).

³Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.

Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

Introducción

La valoración nutricional es fundamental antes de iniciar la nutrición parenteral, tanto para calcular la posible desnutrición y los requerimientos como para obtener una situación basal que permita valorar posteriormente, dos o tres veces por semana, la evolución nutricional del paciente con nutrición parenteral.

Valoración nutricional en función de los datos disponibles

La valoración nutricional va a depender de los datos que podamos obtener del paciente.

Imposibilidad de obtener medidas

Si no se puede obtener ninguna medida por la situación del paciente, además de la necesaria valoración subjetiva disponemos de la escala STRONG-kids.

- **Valoración subjetiva.** El aspecto que el niño tiene al desnudarlo debería orientar sobre su situación nutricional, si bien esta apreciación va a depender de la experiencia del examinador. La cantidad de masa grasa es valorable tanto a nivel central (pliegue subcostal) como periférico (pliegue interno muslo); la masa magra, a nivel del trapecio y cuádriceps, respectivamente.
- **STRONGkids.** Esta herramienta de cribado nutricional no precisa peso ni talla para obtener el riesgo nutricional, lo que facilita la valoración del riesgo nutricional a los pacientes que por diversos motivos no pueden ser pesados o tallados (tabla 1).

Tabla 1. Cuestionario STRONGkids

Exploración nutricional pediátrica	No	Sí
¿Presenta una patología subyacente que determina un riesgo nutricional o está programada una intervención de cirugía mayor?	0	2
Durante el examen objetivo, ¿el paciente revela los signos clínicos de un déficit en el estado nutricional?	0	1
¿Presenta una de las siguientes alteraciones? <ul style="list-style-type: none"> • Episodios frecuentes de diarrea (≥ 5 deposiciones/día) y/o vómito (> 3 veces/día) • Ingesta nutricional reducida en los últimos días • Intervención nutricional anterior • Incapacidad de asumir una ingesta nutricional adecuada a causa del dolor 	0	1
¿Se ha registrado una pérdida de peso durante los últimos meses o semanas?	0	1

Peso y talla

En el caso de poder medir peso y talla, disponemos de las siguientes escalas:

- **Índices de relación peso/talla.** Los índices de peso y talla son muy sencillos de realizar y van a aportar información útil, si bien hay que tener en cuenta que no discriminan el compartimento graso del compartimento magro, que va a estar modificado por exceso o por defecto en muchos pacientes que precisan nutrición parenteral (tabla 2).

Tabla 2. Índices de relación peso/talla

Índice	Puntos de corte y utilidad
Índice nutricional de Shukla: $\frac{\text{Peso actual/talla actual}}{\text{Peso en p50 / Talla en p50}} \times 100$	Normal de 90-110% Muy útil en lactantes
Índice de Waterlow para el peso: $\frac{\text{Peso actual}}{\text{Peso ideal (p50) para la talla}} \times 100$	Normal > 90% Informa de malnutrición aguda Todas las edades
Índice de Waterlow para la talla: $\frac{\text{Talla actual}}{\text{Talla ideal (p50) para la edad}} \times 100$	Normal > 95% Informa de malnutrición crónica Todas las edades
Índice de masa corporal: $\frac{\text{Peso actual (kg)}}{[\text{Talla actual (m)}]^2} \times 100$	Normal p10-85 Preadolescente, adolescente y adulto

p: percentil.

- **Estimación de la talla mediante medición segmental.** Numerosas ecuaciones permiten, mediante la longitud del brazo, la longitud de la tibia o la altura talón-rodilla, estimar la talla, fundamentalmente en niños con paráli-

sis cerebral, si bien la altura así obtenida es muy poco exacta y únicamente estimativa.

- **Subjective Global Assessment (SGA) pediátrico.** Es un test sistemático de valoración nutricional subjetiva que tiene en cuenta el peso y la estatura, la talla de los padres, la ingesta alimentaria, los síntomas gastrointestinales, capacidades funcionales actuales y sus cambios, el examen físico nutricional y demanda metabólica del proceso patológico. Los resultados del SGA pediátrico se correlacionan bien con los índices antropométricos. El mayor inconveniente de esta prueba es el tiempo necesario y el hecho de que debe ser llevado a cabo por personal sanitario con conocimientos sobre nutrición.

Perímetro braquial y pliegue tricipital

- El perímetro braquial (PB) es una medida del músculo, la grasa y el hueso del brazo. Se ha usado como un índice alternativo de malnutrición cuando las demás medidas no están disponibles. La Organización Mundial de la Salud recomienda el uso del PB para estimar el contenido proteico muscular en niños menores de 5 años.
- El pliegue cutáneo tricipital (PCT) es uno de los valores antropométricos más útiles del estado nutricional porque constituye un buen indicador de las reservas de energía y se correlaciona con el depósito de grasa total. El pliegue subescapular, por su parte, es menos sensible a los cambios a corto plazo del estado nutricional.
- Cuando el PB se combina con el PCT, se pueden estimar los depósitos grasos y magros del brazo, y estas medidas se correlacionan bien con la masa grasa y magra corporal total. Las áreas muscular y grasa se pueden calcular a partir de ecuaciones en base al PB y el PCT.

$$\text{Área total del brazo} = \frac{\text{PB}^2}{4\pi}$$

$$\text{Área grasa braquial estimada} = \text{PB} \times (\text{PCT}/2)$$

$$\text{Área muscular braquial estimada} = \text{Área total del brazo} - \text{Área grasa braquial estimada}$$

Pliegue graso

Si disponemos de pliegue graso, se realizará un análisis de composición corporal. Mediante formulaciones, podemos estimar el porcentaje de masa grasa total del paciente a partir de la recogida de los cuatro pliegues cutáneos: bicipital, PCT, subescapular y suprailiaco.

Tabla 3. Estimación de porcentaje de masa grasa

Cálculo de la DC	Fórmulas de Brook (1-11 años)	Niñas: $DC = 1,2063 - [0,0999 \times \log(PCB + PCT + PCSE + PCSI)]$
		Niños: $DC = 1,1690 - [0,0788 \times \log(PCB + PCT + PCSE + PCSI)]$
	Fórmula de Durnin (>11 años)	Niñas: $DC = 1,1369 - [0,0598 \times \log(PCB + PCT + PCSE + PCSI)]$
		Niños: $DC = 1,1533 - [0,0643 \times \log(PCB + PCT + PCSE + PCSI)]$
Cálculo de la GC (%) a partir de la DC	Fórmula de Siri	$GC (\%) = (485/DC) - 450$

DC: densidad corporal; GC (%): porcentaje de grasa corporal; PCB: pliegue cutáneo bicipital; PCSE: pliegue cutáneo subescapular; PCSI: pliegue cutáneo suprailiaco; PCT: pliegue cutáneo tricipital.

Otros parámetros

Para valorar el estado nutricional, podremos obtener datos también útiles mediante parámetros bioquímicos, balance nitrogenado y parámetros calorimétricos.

- Los parámetros **bioquímicos** añaden información a la valoración nutricional y se deben realizar antes de iniciar la nutrición parenteral cuando

se prevea una nutrición parenteral prolongada, ya que puede modificarse con esta (tabla 4).

Tabla 4. Parámetros bioquímicos

Grupo	Parámetro	Utilidad
Proteínas séricas	Albúmina, transferrina	Estado nutricional últimas semanas
	Prealbúmina, proteína transportadora del retinol Fibronectina	Estado nutricional más reciente
Vitaminas	Liposolubles Hidrosolubles	Déficit alimentario grave Añadir a la NP
Minerales y oligoelementos	Hierro	Malnutrición leve
	Zinc, cobre, cromo, selenio	Malnutrición moderada-grave. Añadir a la NP
Estudio lipídico	Colesterol total, HDL y LDL Triglicéridos	Se modifican en función de macronutrientes de NP
Excreción urinaria de creatinina	Índice creatinina/talla: $\frac{\text{Cr (orina 24 h)}}{\text{Cr (orina 24 h ideal para la talla)}} \times 100$	Indicador de masa muscular Normal > 80%

Cr: creatinina; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; NP: nutrición parenteral.

- El **balance nitrogenado (N)** se calcula mediante la fórmula: $N = (\text{ingesta proteica}/6,25) - (N_{\text{urinaria}} + 4)$. El valor de 4 es una constante que resulta de estimar en 2 g las pérdidas nitrogenadas en heces y sudor y 2 g de nitrógeno no proteico (ácido úrico, creatinina, etc.). Un resultado negativo

indica depleción proteica, mientras que, si es positivo, se da repleción. Es fundamental medirlo durante varios días, determinando la ingesta proteica exacta, y si es posible cuantificar las pérdidas exactas por heces.

La valoración del gasto energético se abordará en el capítulo 6.

PUNTOS PARA RECORDAR

- La valoración nutricional se realizará con las herramientas subjetivas u objetivas con las que contemos. En caso de nutrición parenteral domiciliaria se realizará de modo completo.
- Debe incluir análisis de composición corporal y valoración calorimétrica de los requerimientos y de la utilización metabólica de los nutrientes.

Bibliografía

- Charney P. Nutrition screening vs nutrition assessment: how do they differ? *Nutr Clin Pract.* 2008;23(4):366-72.
- Haapala H, Peterson MD, Daunter A, Hurvitz EA. Agreement between actual height and estimated height using segmental limb lengths for individuals with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015;94(7):539-46.
- Herrero Álvarez M, Moráis López AB, Pérez Macarrilla JD. Valoración nutricional en Atención Primaria, ¿es posible? *Rev Pediatr Aten Prim.* 2011;13:255-69.
- Lama More RA, Codoceo Alquinta RE, Moráis Lopez A. Valoración del estado nutricional del niño. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de nutrición.* Madrid: Acción Médica; 2005. p. 81-115.
- Mascarenhas MR, Zemel B, Stallings VA. Nutritional assessment in pediatrics. *Nutrition.* 1998;14(1):105-15.
- Mei Z, Grummer-Strawn LM, de Onis M, Yip R. The development of a MUAC-for-height reference, including a comparison to other nutritional status screening indicators. *Bull World Health Organ.* 1997;75(4):333-41.
- Rolland-Cachera MF, Brambilla P, Manzoni P, Akroun M, Sironi S, Del Maschio A, et al. Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold

- thickness: a new index validated in children by magnetic resonance imaging. *Am J Clin Nutr.* 1997;65(6):1709-13.
- Ros Arnal I, Herrero Álvarez M, Castell Miñana M, López Ruzafa E, Galera Martínez R, Moráis López A; grupo GETNI. Valoración sistematizada del estado nutricional. *Acta Pediatr Esp.* 2011;69(4):165-72.
- Secker DJ, Jeejeebhoy KN. How to perform Subjective Global Nutritional assessment in children. *J Acad Nutr Diet.* 2012;112(3):424-31.
- Vermilyea S, Slicker J, El-Chammas K, Sultan M, Dasgupta M, Hoffmann RG, et al. Subjective global nutritional assessment in critically ill children. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(5):659-66.
- Zemel BS, Riley EM, Stallings VA. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure. *Annu Rev Nutr.* 1997;17:211-35.

María del Carmen Rivero de la Rosa¹

Encarnación López Ruzafa²

Pedro Cortés Mora³

¹Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría.

Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

La nutrición parenteral (NP) está indicada en general para prevenir o corregir los efectos adversos de la malnutrición en pacientes que no son capaces de obtener aportes suficientes por vía oral o enteral en un período de tiempo superior a dos días en lactantes y de cinco a siete días en niños mayores, o antes si el paciente está previamente desnutrido, con el objetivo de mantener una salud y un crecimiento adecuados.

La NP debe mantenerse hasta que se consiga una adecuada transición a la alimentación enteral (cuando dichos aportes alcancen al menos los dos tercios de los requerimientos nutricionales estimados). Si no es posible la cobertura enteral, es aconsejable mantener una mínima ingesta, aunque no tenga una función nutritiva, ya que mantiene el trofismo intestinal y disminuye la incidencia de complicaciones metabólicas e infecciosas secundarias a NP.

Su empleo requiere un conocimiento profundo de la técnica, por lo que los pacientes con NP deben estar monitorizados por facultativos con experiencia. Esta tarea se encomienda frecuentemente a equipos multidisciplinares en los que participan pediatras, farmacéuticos, personal de enfermería y dietistas.

Se ha demostrado que esta práctica conlleva una disminución de las complicaciones y una duración menor de la NP, y consigue una transición más rápida a la alimentación oral o enteral.

Podemos resumir las indicaciones de NP según la tabla 1.

Tabla 1. Indicaciones de nutrición parenteral

Indicaciones a corto plazo	Indicaciones a largo plazo
<p><i>Patología digestiva</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Intervenciones quirúrgicas <ul style="list-style-type: none"> • Resección intestinal; malrotación y vólvulo; trasplantes; alteraciones de la pared abdominal (gastroquisis, onfalocelo); enfermedad de Hirschsprung complicada o extensa. – Malabsorción intestinal <ul style="list-style-type: none"> • Enterostomía proximal; diarrea grave prolongada; fístula enterocutánea; algunas inmunodeficiencias. – Alteraciones de la motilidad intestinal <ul style="list-style-type: none"> • Peritonitis plástica; enteritis rádica; pseudoobstrucción crónica idiopática. – Otros <ul style="list-style-type: none"> • Reposo del tubo digestivo; enterocolitis necrosante; isquemia intestinal; vómitos incoercibles; sangrado intestinal masivo; enfermedades inflamatorias intestinales; pancreatitis aguda grave o fístula pancreática; vasculitis con grave afectación digestiva; ileomeconial; mucositis o enteritis grave por quimioterapia; insuficiencia hepática o renal grave. 	<p><i>Fracaso intestinal</i></p> <p>Pseudoobstrucción crónica idiopática Displasia intestinal Enfermedad por inclusión de microvellosidad Resecciones intestinales amplias: síndrome del intestino corto</p>
<p><i>Patología extradigestiva</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Todo tipo de pacientes desnutridos o con riesgo de desnutrición secundaria a cualquier patología. – Displasia broncopulmonar. – Oxigenación con membrana extracorpórea. – Perioperatorio en paciente desnutrido grave. – Trasplante de órganos y médula ósea. – Pacientes en cuidados intensivos con diversas patologías: <ul style="list-style-type: none"> • TCE (fase precoz), politraumatismos, sepsis, cirugía, quemados críticos, insuficiencia multiorgánica. 	<p><i>Atrófias rebeldes de la mucosa intestinal con malabsorción grave persistente</i></p>

Continúa

Tabla 1. Indicaciones de nutrición parenteral. (cont.)

Indicaciones a corto plazo	Indicaciones a largo plazo
<ul style="list-style-type: none">– Caquexia cardíaca.– Insuficiencia renal grave.– Inestabilidad hemodinámica grave.– Recién nacidos prematuros.– Errores innatos del metabolismo (en el debut y en descompensaciones).– Pacientes oncológicos con mucositis intensa o trombopenia grave (plaquetas < 25 000) que contraindique la NE.	<i>Atrofias rebeldes de la mucosa intestinal con malabsorción grave persistente</i>
<ul style="list-style-type: none">– Enfermedad inflamatoria intestinal– Poco frecuente en pediatría.– Seudoobstrucción por fístulas.– Fase posquirúrgica.	<i>Enfermedad de Crohn grave o polintervenida con afectación del crecimiento</i>

NE: nutrición enteral; TCE: traumatismo craneoencefálico.

PUNTOS PARA RECORDAR

- La nutrición parenteral (NP) debe instaurarse de forma temprana en pacientes que presumiblemente no serán capaces de obtener aportes suficientes por vía oral o enteral, por cualquier causa.
- Sin embargo, podrá usarse de forma concomitante con nutrición enteral, y nuestro objetivo es el paso completo a esta en cuanto sea posible, lo que evitaría las complicaciones de la NP a largo plazo.

Bibliografía

- Boullata JI, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, Goday P, et al.; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. ASPEN clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38(3):334-77.
- Corkins MR, Griggs KC, Groh-Wargo S, Han-Markey TL, Helms RA, Muir LV, et al.; Task Force on Standards for Nutrition Support: Pediatric Hospitalized Patients; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Board of Directors; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. Standards for nutrition support: pediatric hospitalized patients. *Nutr Clin Pract.* 2013;28(2):263-76.
- 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 for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41 Suppl 2:S1-87.
- Moreno Villares JM. Nutrición parenteral. En: Peña Quintana L, Armas Ramos HM, Sánchez-Valverde Visus F, Camarena Grande C, Gutiérrez Junquera C, et al., editores. *Tratamiento en gastroenterología, hepatología y nutrición pediátrica de la SEGHPN.* Madrid: Ergon; 2012. p. 907-21.
- Muñoz PG, López LG, Costa CM, Villares JM, Giner CP, Maristany CP, et al. Consensus on paediatric parenteral nutrition: a document approved by SENPE/SEGHPN/SEFH. *Nutr Hosp.* 2007;22(6):710-9.
- Shulman RJ, Phillips S. Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2003;36(5):587-607.

Ignacio Ros Arnal¹

Miriam Herrero Álvarez²

Gerardo Rodríguez Martínez³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

²Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario Rey Juan Carlos. Madrid.

³Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física.

Universidad de Zaragoza. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.

Zaragoza.

Soluciones de aminoácidos

La solución de aminoácidos (AA) pensados para una aplicación pediátrica ha sido elaborada basándose en supuestos biológicos ideales. En ocasiones se ha diseñado similar a la composición de AA en leche materna o sangre de cordón, a la composición de AA en plasma de lactantes alimentados con leche materna, o para compensar desequilibrios de AA en plasma cuando se usa una fórmula de adultos. Estas fórmulas se caracterizan por tener mayor proporción de AA esenciales, de AA ramificados y contienen AA esenciales en el neonato, sobre todo en el prematuro, como la cisteína, tirosina y taurina.

La cisteína parece ser un aminoácido condicionalmente esencial en los neonatos con bajo peso dada la baja actividad de enzima cistationinasa (que convierte la metionina en cisteína). Recomendamos el uso de fórmulas para lactantes durante toda la infancia porque tanto el aminograma como la proporción de aminoácidos esenciales parece ser más beneficiosa.

Existen una serie de preparados para adultos, con aminoácidos esenciales para casos de insuficiencia renal, o con menor concentración de aminoácidos aromáticos para la insuficiencia hepática avanzada. No está claro el uso de las mismas en pediatría, sobre todo por debajo del año de edad (tablas 1-4).

Tabla 1. Características generales de los preparados de aminoácidos disponibles en pediatría

Preparados de aminoácidos	Primene® 10%	Aminovent® Infant 10%	Trophamine® 6%	Aminopaed® 10%
Indicación en Ficha técnica	RN a término o prematuro, lactante y niño	Pediatría	RN y niños	Prematuros, lactantes, niños pequeños y niños
pH	5,5	5,5	5,5	6,1
Osmolaridad (mOsm/L)	780	885	525	740
Equivalencia a nitrógeno (g/L)	15	14,9	9,3	15,2
Equivalente proteico gramos AA / gramo N	6,66	6,71	6,45	6,57
Relación AA esenciales/AA totales	47,5%	64%	60%	42%
Concentración de aminoácidos	100 g/L	100 g/L	60 g/L	100 g/L

AA: aminoácidos; RN: recién nacidos.

Tabla 2. Composición por aminoácidos de los preparados de proteínas disponibles para pediatría (g/100 mL)

Preparados de aminoácidos	Primene® 10%	Aminovent® Infant 10%	Trophamine® 6%	Aminopaed® 10%
L-iso-leucina	0,670	0,800	0,490	0,510
L-leucina	1,00	1,300	0,840	0,760
L-valina	0,760	0,9	0,470	0,610
L-lisina	1,100	0,850	0,490	1,982
L-metionina	0,240	0,312	0,200	0,200
L-fenilalanina	0,420	0,375	0,290	0,310
L-treonina	0,370	0,440	0,250	0,510
L-triptófano	0,200	0,201	0,120	0,400
L-arginina	0,840	0,750	0,730	0,910
L-histidina	0,380	0,476	0,290	0,460
Ácido L-aspartico	0,600	0	0,190	0,660
L-cisteína	0,189	0,05	0,02 (clorhidrato monohidrato)	0,070 (N-acetil)
Ácido L-glutámico	1,000	0	0,300	0,045
Glicina	0,400	0,415	0,220	0,200

Continúa

Tabla 2. Composición por aminoácidos de los preparados de proteínas disponibles para pediatría (g/100 mL). (cont.)

Preparados de aminoácidos	Primene® 10%	Aminoven® Infant 10%	Trophamine® 6%	Aminopaed® 10%
L-prolina	0,300	0,971	0,410	0,610
L-serina	0,400	0,767	0,230	0,200
L-tirosina	0,045		0,044	0,130 (N-acetil)
L-ortinina	0,318	0	0	
Taurina	0,060	0,040	0,015	0,03
Excipientes	Ácido L-málico Água para inyección	Agua para inyección	Metabisulfito sódico Ácido acético glacial Agua para inyección	Ácido cítrico 0,0576 Agua para inyectable 100 mL

Tabla 3. Características generales de los preparados de aminoácidos para situaciones de insuficiencia hepática y renal.

Preparados de aminoácidos	Aminossteril® N-HEPA 8%	Aminoplasmal® HEPA 10%	Nephramine® 5,4%	Nephprotect® 10%
Indicación en ficha técnica	Insuficiencia hepática	Insuficiencia hepática	Insuficiencia renal	Insuficiencia renal
Posología orientativa ficha técnica	<18,75 mL/kg	7-10 mL/kg	<1 g/kg	Prediálisis: 0,6-0,8 g/kg Diálisis: 0,8-1,2 g/kg
pH	5,7-6,3	5,5-6,5	6-7	5,5-6,5
Osmolaridad (mOsm/L)	770	875	435	960
Equivalencia a nitrógeno (g/L)	12,9	15	6,4	16,3
Relación ácidos esenciales / ácidos totales	58%	49%	100%	—
Concentración de aminoácidos	80 g/L	100 g/L	54	100 g/L

Tabla 4. Composición de aminoácidos de los preparados proteicos para situaciones especiales (g/100 mL)

Preparados de aminoácidos	Aminosteril® N-HEPA 8%	Aminoplasmal® HEPA 10%	Nephramine® 5,4%	Nephroprotect® 10%
L-iso-leucina	1,040	0,880	0,560	0,580
L-leucina	1,309	1,360	0,880	1,28
L-valina	1,008	1,060	0,640	0,870
L-lisina	0,688	0,751	0,900 (acetato)	1,20
L-metionina	0,110	0,120	0,880	0,200
L-fenilalanina	0,088	0,160	0,880	0,350
L-treonina	0,440	0,460	0,400	0,820
L-triptófano	0,070	0,150	0,200	0,300
L-arginina	1,072	0,880	—	0,820
L-histidina	0,280	0,470	0,250	0,980
Ácido L-aspártico	—	0,250	—	—
L-cisteína	0,052 (N-acetil)	0,059 (N-acetil)	0,016 (clorhidrato)	0,040
Ácido L-glutámico	—	0,570	—	—
Glicina	0,582	0,630	—	0,531

Continúa

Tabla 4. Composición de aminoácidos de los preparados proteicos para situaciones especiales (g/100 mL). (cont.)

Preparados de aminoácidos	Aminosteril® N-HEPA 8 %	Aminoplasma® HEPA 10 %	Nephramine® 5,4 %	Nephroprotect® 10 %
L-prolina	0,573	0,710	—	0,300
L-serina	0,224	0,370	—	0,760
L-tirosina	—	0,067 (N-acetil)	—	0,240
L-ortinina	—	0,135	—	—
L-alanina	0,464	0,830	—	0,620
Taurina			—	—
Excipientes	No	Edetato disódico	Bisulfito sódico	Ácido acético Ácido L-málico

Soluciones de lípidos

Los primeras soluciones de lípidos fabricadas fueron las de 100% soja (Intralipid®) con altas concentraciones de ácido graso poliinsaturado, principalmente linoleico, sin aporte de monoinsaturados ni triglicéridos de cadena media (MCT) y con escaso aporte de ácido araquidónico DHA y de vitamina E, por lo que están poco recomendadas en pacientes neonatales.

La adición de MCT al 50% (Lipofundina®) aumenta la síntesis de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LCPUFA) y los aportes de vitamina E, generando menor cantidad de peróxidos y ácido araquidónico, lo que mejora la retención nitrogenada. La combinación de aceite de de oliva y soja (Clinoleic®) proporciona ácidos monoinsaturados y de cadena larga sin MCT.

En los últimos años han surgido dos nuevas formulaciones (Lipoplus® [soja, MCT y pescado] y SMOFLipid® [soja, MCT, oliva y pescado]), utilizadas en adultos, que al añadir aceite de pescado mejoran la relación omega-3 y omega-6 y reducen los marcadores inflamatorios.

Todas las formulaciones usan la lecitina de huevo como emulgente, el glicerol como estabilizante y el hidróxido sódico como alcalinizante (tabla 5).

Tabla 5. Preparaciones de lípidos disponibles en pediatría

Preparación	Lipofundina® 20%	Clinoleic® 20%	Intralipid® 20%	Lipoplus® (20%)	SMOFLipid® (20%)
Aceite/ 100 mL	Soja: 10 g MCT: 10 g	Oliva: 16 g Soja 4 g	Soja: 20 g	Soja: 8 g MCT: 10 g Pescado: 2 g	Soja: 6 g MCT: 6 g Oliva: 5 g Pescado: 3 g
Ácido linoleico	26	17	53	24	19
Oleico	13	65	24	8	28
Palmítico	4,5	1	11	6	9
Linoléico	4	2,3	8	4	2
Esteárico	2	2	4	3	3
Alfatocoferol	200	30	25	190	200
Osmolaridad	380 mosm/L	270 mosm/L	350 mOsm/kg	410 mOsm/kg	380 mOsm/ kg
kcal/L	1908	2000	2000	1910	2000
pH	6,5-8,5	6-8	~8	6,5-8,5	~8
Excipientes	Lecitina de huevo, glicerol, oleato sódico, hidróxido sódico				

MCT: triglicéridos de cadena media.

Soluciones de vitaminas

Los preparados de vitaminas disponibles en pediatría deben cubrir las necesidades según edades.

La única formulación que incluye tanto vitaminas liposolubles como hidrosolubles es Infuvite® Pediatric, que no está comercializado en España, salvo petición como medicamento extranjero. Una alternativa es la combinación de Vitalipid® Infant (vitaminas liposolubles) en los lípidos y Soluvit® N con hidrosolubles. En los niños mayores de 11 años se puede utilizar Cernevit® (tabla 6).

Tabla 6. Preparaciones de vitaminas disponibles en pediatría

Nombre comercial	Vitalipid® Infant	Infuvite® Pediatric	Cernevit®	Soluvit® N	
Vial	10 mL	4 mL (primer vial) + 1 ml (segundo vial)	5 mL	10 mL	
Posología	<2,5 kg: 4 mL/kg >2,5 kg <11 años: 10 mL	<1 kg: 1,5 mL 1-3 kg: 3,25 mL >3 kg <11 años: 5 mL	>11 años: 5cc	<10 kg: 1 mL/kg <10 kg: 10 mL	
Vitamina	A (UI/μg)	2300/ 690	2300/700	3500/1,06	—
	D (UI/μg)	400/10	400/10	220/5,5	—
	E (UI/mg)	7/6,4	7 /7	11,2/10,2	—
	K (μg)	200	200	—	—

Continúa

Tabla 6. Preparaciones de vitaminas disponibles en pediatría. (cont.)

Nombre comercial		Vitalipid® Infant	Infuvite® Pediatric	Cernevit®	Soluvit® N
Vitamina	B ₁ (mg)	—	1,2	3,51	2,5
	B ₂ (riboflavina) (mg)	—	1,4	4,14	3,6
	B ₆ (mg)	—	1	4,53	4
	B ₁₂ (µg)	—	1	6	5
	C (mg)	—	80	125	100
Niacina (mg)		—	17	46	1,5
Ácido pantoténico (mg)		—	5	17,25	15
Biotina (µg)		—	20	69	60
Ácido fólico (µg)		—	140	0,41	0,4
Excipientes		Aceite de soja Fosfolípidos huevo Glicina Hidróxido sódico	Frasco 1: Polisorbato. Hidróxido de sodio Frasco 2: Manitol Ácido cítrico	Glicina Ácido glicocólico Lecitina de soja Hidróxido sódico Ácido clorhídrico	Glicina Edeato disódico Parahidroxí- benzoato de metilo

MCT: triglicéridos de cadena media.

Soluciones de oligoelementos

La preparación que más se ajusta a las necesidades de oligoelementos (véase el capítulo 6, «Requerimientos y diseño de la fórmula») en pediatría es Peditrace®, si bien únicamente se encuentra disponible como medicamento extranjero. En la nutrición parenteral (NP) a largo plazo, en ocasiones es necesario suplementar con zinc para cubrir requerimientos especiales (aumento de pérdidas, neonatos, etc.) (tabla 7).

Tabla 7. Preparaciones de oligoelementos disponibles en pediatría

	Peditrace®	Oligo Zinc-IDHA® 10%	Addamel®*
Vial	10	10	10
Magnesio	—	—	—
Zinc (mg)	0,2	10	6,5
Cobre (mg)	0,2	—	1,3
Manganeso (µg)	10	—	270
Cromo (µg)	—	—	10
Selenio (µg)	20	—	32
Yodo (µg)	10	—	130
Hierro (mg)	—	—	1,1
Cobalto (mg)	—	—	—

Continúa

Tabla 7. Preparaciones de oligoelementos disponibles en pediatría (cont.)

	Peditrace®	Oligo Zinc-IDHA® 10%	Addamel®*
Flúor (mg)	0,57	—	0,95
Molibdeno (µg)	—	—	19
Excipientes	Ácido hidroclorhídrico	—	Xilitol Ácido clorhídrico

* Para pesos superiores a 15 kg.

Soluciones de electrolitos

Es necesario cubrir las necesidades de electrolitos en la formulación, fundamentalmente de sodio, potasio, cloro, fósforo, calcio y magnesio.

El potasio y el sodio se pueden aportar como acetato, cloruro o fosfato. Generalmente se emplea el cloruro o el fosfato. El uso de acetato proporciona ventajas en situaciones de acidosis, al transformarse en bicarbonato.

La relación fosfato-calcio debe mantenerse y se ha de evitar la precipitación, fundamentalmente mediante el uso de fósforo orgánico (glicerolfosfato disódico).

El magnesio se administra mediante el uso de sulfato de magnesio.

La osmolaridad aportada a la fórmula se calcula con los elementos aportados en forma iónica ($1 \text{ mEq} = 1 \text{ mOsm}$) (tabla 8).

Tabla 8. Preparaciones de electrolitos utilizadas en pediatría

Producto	Presentaciones	Electrolitos que aporta por mL
Cloruro sódico 1M	10 mL	1 mEq de sodio y cloro por mL
Cloruro sódico 20%	10 mL	3,42 mEq de sodio y cloro por mL
Acetato sódico 1M	10 mL	1 mEq sodio y acetato por mL
Cloruro potásico 1M	10 mL	1 mEq de potasio y cloro por mL
Cloruro potásico 2M	10 mL, 20 mL	2 mEq de potasio y cloro por mL
Acetato potásico 1M	10 mL	1 mEq de potasio y acetato por mL
Fosfato sódico 1M	10 mL	1 mEq de sodio y 1 mmol de fósforo por mL
Fosfato potásico 1 M	10 mL	1 mEq de potasio y 1 mmol de fósforo por mL
Fosfato dipotásico 1 M	10 mL	2 mEq de potasio y 1 mmol de fósforo por mL
Glicerofosfato disódico	10 mL	2 mEq de sodio y 1 mmol de fósforo por mL
Gluconato cálcico 10%	10 mL	0,46 mEq de calcio por mL
Cloruro cálcico 10%	10 mL	0,9 mEq de calcio y cloro por mL
Sulfato magnésico 15%	10 mL	1,22 mEq de magnesio por mL

Fórmulas estándar

El uso de fórmulas estándar prediseñadas tiene la ventaja de que evita un diseño o una preparación inadecuada y reduce el riesgo de contaminación, si bien dificulta la individualización de la NP y las correcciones electrolíticas y de composición. Hasta ahora, apenas se han empleado en pediatría ya que no existían formulaciones específicas pediátricas. Hay de dos tipos:

- **Fórmulas de NP estándar comerciales.** Son fórmulas tricamerales. En el año 2011 se autorizaron dos presentaciones tricamerales específicas del recién nacido pretérmino y a término hasta los dos años de edad, a las que debe añadirse electrolitos, elementos traza y vitaminas, y que podrían ser útiles en la NP de corta duración. En el momento actual (febrero 2015), la comercialización de la presentación al 13% está suspendida (tabla 9).

Tabla 9. Formulaciones tricamerales específicas pediátricas

Composición/100 mL	Numeta G13%	Numeta G16%
Aminoácidos (gramos)	3,1 (Primene®)	2,6 (Primene®)
Nitrógeno (gramos)	0,47	0,39
Hidratos de carbono (gramos)	13,3	15,5
Lípidos (gramos)	2,5 (Clinoleic®)	3,1 (Clinoleic®)
kcal no proteicas/g N	165	238
kcal totales	91	103
Sodio (mmol)	2,2	2,4
Potasio (mmol)	2,1	2,3

Continúa

Tabla 9. Formulaciones tricamerales específicas pediátricas (cont.)

Composición/100 mL	Numeta G13%	Numeta G16%
Magnesio (mmol)	0,42	0,31
Calcio (mmol)	1,25	0,62
Fosfato (mmol) (2)	1,26	0,87
Acetato (mmol)	2,9	2,9
Malate (mmol)	1,1	0,9
Cloruro (mmol)	3,1	2,8
pH	~5,5	~5,5
Osmolaridad (mOsm)	~1155	~1230
Indicaciones (en ficha técnica)	Prematuros	RNT de menos de 2 años de edad

RNT: recién nacido a término.

- **Fórmulas estándar confeccionadas en el propio hospital.** En estas fórmulas hay que establecer si queremos cubrir los requerimientos hídricos totales o no. En la tabla 10 aparece un ejemplo las fórmulas empleadas en el Hospital Infantil La Paz. Hemos denominado *A* a las fórmulas que cubren los requerimientos hídricos a la vez que los nutricionales, y *B* a una fórmula más concentrada que cubre los requerimientos nutricionales sin cubrir los requerimientos hídricos.

Tabla 10. Fórmulas de nutrición parenteral prediseñadas en Hospital Infantil La Paz.

Nombre*	kcal tot.	Prot.	N	kcalN P/N	HC	L	vol
10 A	691	25	3,75	158	100	25	997,5
10 B	651	25	3,75	147	90	20	557
20 A	1182	50	7,5	131	150	40	1500
20 B	1187	50	7,5	132	175	30	1013
40 A	1517	60	9	142	200	50	1886
40 B	1513	60	9	141	175	60	1250
50 A	1873	75	11,25	140	250	60	2085
50 B	1577	75	11,25	114	200	50	1400
Nombre*	Na	K	Cl	P (mmol)	Ca (mmol)	Mg (mg)	Osm (mOsm/L)
10 A	20,52	20	20,52	8,00	10,4	1,83	878
10 B	20,52	20	20,52	8,00	10,4	1,83	1467
20 A	41,00	40	41,00	6,00	8	4,88	974,2
20 B	41,00	40	41,00	6,00	8	4,88	1562
40 A	61,56	60	61,56	10,00	13	7,32	1018
40 B	47,88	36	47,88	10,00	13	6,71	1372
50 A	61,56	60	61,56	10,00	13	7,32	1117
50 B	61,56	45	61,56	10	13	14,64	1427

* Los nombres asignados en la tabla se establecen con un número, que corresponde a los kilogramos de peso del paciente, seguido de la letra *A* para la fórmula que cubra los requerimientos hídricos y la letra *B* para las fórmulas de más osmolaridad.

HC: hidratos de carbono; L: lípidos.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Las fórmulas diseñadas para lactantes tienen mayor cantidad de aminoácidos esenciales y aminoácidos ramificados que las fórmulas de adultos. Deben contener histidina, cistina, cisteína y taurina, por ser aminoácidos esenciales a esta edad.
- Las fórmulas lipídicas aumentan la densidad calórica y aportan ácidos grasos esenciales.
- Las fórmulas de oligoelementos cubren los requerimientos en la edad pediátrica; en caso necesario, se pueden suplementar añadiendo zinc en la fórmula.
- Cuando la NP es necesaria durante períodos cortos y se utiliza por personal no experto, el uso de fórmulas estándar disminuye el riesgo de complicaciones por mal diseño de la fórmula.

Bibliografía

- Alonso L, Fernández Vázquez A, Gomis P, Moreno JM. Emulsiones lipídicas intravenosas en nutrición parenteral pediátrica. *Acta Pediatr Esp.* 2009; 67:387-92.
- Centro de Información Online de Medicamentos de la Asociación Española del Medicamento (CIMA). [Consultada en octubre de 2014]. Disponible en: <http://www.aemps.gob.es/cima/fichasTecnicas.do?metodo=detalleForm>].
- Fernández-Ferreiro A, Izquierdo-García E, Gomis Muñoz P, Moreno Villares JM, Valero Zanuy MA, León-Sanz M. Micronutrient supplementation in parenteral nutrition in Spanish hospitals. *Nutr Hosp.* 2011;26(3):566-71.
- Fichas técnicas de los productos [BotSalud. Base de datos de conocimiento sanitario. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos]. Consultada en octubre de 2014.
- García Vázquez N, Lama More RA. Nutrición parenteral estándar. En: Manual de nutrición parenteral en pediatría. Madrid: Subcomisión de Nutrición Infantil. Hospital Universitario Infantil La Paz; 2011.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; Parenteral Nutrition Guidelines Working Group; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; European

- Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN); European Society of Paediatric Research (ESPR). 1. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41 Suppl 2:S1-87.
- Mateu de Antonio X. Soluciones lipídicas en nutrición parenteral. *NutrInfo.* 2013;2: 1-18.
- Muñoz PG, López LG, Costa CM, Villares JM, Giner CP, Maristany CP, et al.; Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition; Spanish Society of Gastroenterology, Hepatology and Nutrition; Spanish Society of Hospital Pharmacies. Consensus on paediatric parenteral nutrition: a document approved by SENPE/SEGHNP/SEFH. *Nutr Hosp.* 2007;22(6):710-9.
- Simmer K, Rakshasbhuvankar A, Deshpande G. Standardised parenteral nutrition. *Nutrients.* 2013;5(4):1058-70.

Rosa A. Lama More¹

Ana Moráis López²

José Antonio Blanca García³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

²Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.
Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

Introducción

Para un correcto diseño de la fórmula de nutrición parenteral (NP), es necesario conocer los requerimientos energético-proteicos y de micronutrientes del paciente.

Requerimiento energético

Asumiendo que el organismo oxida la energía que necesita, es necesario conocer la oxidación de nutrientes para calcular la energía que debemos aportar. La oxidación de nutrientes podemos medirla en la práctica clínica mediante calorimetría indirecta. De no contar con esta técnica, se puede calcular utilizando las fórmulas publicadas en la literatura. En caso de enfermedad, es necesario ajustar el requerimiento, ya que el gasto energético basal (GEB) puede aumentar o disminuir en función de la situación clínica del paciente y de su enfermedad de base. Cuando el gasto se mide con calorimetría indirecta, en esta medición está incluido el gasto por enfermedad.

Gasto energético total

El gasto energético total (GET) corresponde al GEB más la termogénesis inducida por la dieta (TID), el gasto por crecimiento y el gasto por actividad física.

En caso de NP debemos tener en cuenta las siguientes variables:

- *Gasto energético basal.* Es el gasto para el mantenimiento de las funciones vitales, por lo que su cobertura constituye una obligación en todas las situaciones. Lo ideal es medirlo mediante calorimetría. La calorimetría incluiría el gasto por enfermedad, lo cual permitiría un ajuste del aporte energético de mucha precisión. El gasto energético medido por calorimetría incluiría el GEB, el gasto por enfermedad y la TID. Como alternativa a la calorimetría, el GEB puede estimarse mediante ecuaciones predictivas. En pediatría, habitualmente se aconseja utilizar las fórmulas de Schofield y las de la Organización Mundial de la Salud.
- *Gasto por enfermedad.* No está bien determinado en todas las ocasiones. Se han observado modificaciones del GEB en algunas enfermedades: en enfermedad hepática aumenta un 30%; en enfermedad renal disminuye un 20%; en insuficiencia cardíaca aumenta un 20%; en el paciente quemado con heridas cubiertas y analgesia no se modifica; y en el enfermo crítico disminuye entre un 10% y un 20%.
- *Gasto por crecimiento.* En general, no se contabiliza al programar la NP, dada su pequeña contribución al GET a partir del primer año.
- *Gasto por actividad física.* En el entorno hospitalario se considera un factor de actividad mínimo para el cálculo de GET (aproximadamente 1,2).

En caso de NP domiciliaria, si es posible se administrará en la NP el GEB, y se completará el resto de requerimientos por vía enteral. En este caso, los requerimientos añadidos al GEB se monitorizarán con la valoración del crecimiento y la composición corporal.

En el recuento total se deben considerar las pérdidas de nutrientes si las hubiera.

Requerimientos proteicos

Se debe realizar un aporte que garantice la síntesis proteica. La elección de la fórmula de aminoácidos debe ser adecuada a la situación del paciente (véase el capítulo 5, «Soluciones para nutrición parenteral»). En los momentos de

estrés metabólico hay un catabolismo proteico que conlleva un aumento obligado en la pérdida de nitrógeno. Si es posible, esta pérdida debe ser monitorizada con la medición de nitrógeno en orina de 24 horas.

Los objetivos del aporte proteico en NP son:

- Frenar el catabolismo.
- Aportar nitrógeno suficiente para favorecer la síntesis de modo que se neutralice la pérdida.
- Evitar o minimizar la desnutrición proteica.

Las recomendaciones se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Recomendaciones de la European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) para el aporte de aminoácidos en nutrición parenteral

Edad	Mínimo (g/kg/día)	Máximo (g/kg/día)
RNP	1,5	3,9
RNT y lactante	1,5	2,8
Niño > 1 año	1,2	2,5
Niño crítico	1,7	3
Adolescente	1	2

RNP: recién nacido prematuro; RNT: recién nacido a término.

Requerimiento de lípidos

- Su aporte mejora el balance nitrogenado.
- Debe suponer un 35-40% del aporte de kilocalorías no proteicas y un 30-35% del valor calórico total (VCT) de la fórmula.
- Su aporte debe cubrir el requerimiento de ácidos grasos esenciales. Concretamente, los requerimientos de ácido linoleico en el recién nacido prematuro (RNP) son de 250 mg/kg, y en el recién nacido a término (RNT), de 100 mg/kg/día.
- La tolerancia depende de los niveles de triglicéridos y colesterol total en la sangre. Niveles de triglicéridos superiores a 300 obligan a la reducción del aporte de lípidos, y niveles de 400 mg, a su retirada. La retirada de lípidos, a su vez, obliga a la reducción del aporte energético. Se debe disminuir a 120-130 la relación entre kilocalorías no proteicas por gramo de nitrógeno para evitar una sobrecarga de hidratos de carbono.
- La oxidación máxima depende del aporte de glucosa.
- La infusión de lípidos no debe exceder la capacidad de aclaramiento; deben infundirse en 24 horas y el aumento debe realizarse de 0,5-1 g/kg/día.

Requerimiento de hidratos de carbono

La glucosa es el único hidrato de carbono que se debe utilizar.

- Supondrá un 60-65% de las kilocalorías no proteicas y un 50% del VCT.
- Si los aportes superan la oxidación, se producen efectos metabólicos indeseables (tabla 2).
- La velocidad de infusión está determinada por la tasa endógena de producción de glucosa y de su oxidación.
- La velocidad de inicio está marcada por la producción de glucosa: varía de 8 mg/kg/min (11,5 g/kg/d) en RNP a 2 mg/kg/min (3 g/kg/d).
- La velocidad máxima está marcada por la oxidación máxima (tabla 3).

En algunas circunstancias (tabla 4) se debe monitorizar la glucemia.

Tabla 2. Efectos metabólicos del aporte excesivo de glucosa

- Hiperglucemia con aumento de lipogénesis
- Disminución de la quimiotaxis y riesgo de infección
- Aumento en la producción de CO₂
- Aumento del volumen por minuto
- Disminución de la retención nitrogenada

Tabla 3. Velocidad máxima de infusión

Edad o peso	Velocidad de infusión (g/kg/día)
RNP	12
RNT	18
Niño de 10-15 kg	12-14
Niño 15-20 kg	10-12
Niño de 20-30 kg	8-10
Niño > 30 kg, adolescente	5-6 (máximo: 250 g/día)

RNP: recién nacido prematuro; RNT: recién nacido a término.

Tabla 4. Monitorización de glucemia

- Pacientes inestables
- Riesgo de síndrome de realimentación
- Cuando se cicla la infusión de la nutrición parenteral: riesgo de hiper- o hipoglucemia

Requerimientos de micronutrientes

Los oligoelementos y las vitaminas son micronutrientes esenciales y, por tanto, deben estar incluidos en todas las fórmulas de NP, aunque ambos elementos confieren inestabilidad a las fórmulas. No se aconseja la adminis-

tracción discontinua (intermitente) de vitaminas y oligoelementos. Su estatus debe ser monitorizado en caso de NP prolongada.

Oligoelementos

Son metales cuyos requerimientos son mínimos (tabla 5) y sus niveles de normalidad en la sangre extraordinariamente bajos (ppm). Siete de ellos se consideran esenciales e intervienen en una serie de procesos metabólicos, bien como coenzimas, formando parte de hormonas (yodo), como enzimas (zinc, cobre, selenio, manganeso) o como moléculas necesarias para la expresión hormonal (cromo). Son hidrosolubles, por lo que su pérdida aumenta si existe un aumento de pérdidas de fluidos: orina, sudor, etc.

Tabla 5. Requerimiento de oligoelementos (European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition, ESPGHAN)

Elemento	RNP ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$)	RNT ($\text{mg}/\text{kg}/\text{día}$)	Resto de edades ($\text{mg}/\text{kg}/\text{día}$)
Hierro	200	100	100
Zinc	400-500	250 < 3 m 100 > 3 m	50 (máx.: 5000 $\mu\text{g}/\text{d}$)
Cobre	20	20	20 (máx.: 300)
Selenio	2-3	2	2 (máx.: 30)
Cromo	0,2	0,2	0,2 (máx.: 5)
Manganeso	1	1	1 (máx.: 50)
Molibdeno	1	0,25	0,25 (máx., 5)
Iodo	1 $\text{mg}/\text{día}$	1 $\text{mg}/\text{día}$	1 $\text{mg}/\text{día}$ (máx.: 50)

RNP: recién nacido prematuro; RNT: recién nacido a término.

Vitaminas

Se clasifican por su solubilidad en agua o en lípidos. Las liposolubles deben ser administradas en forma hidrosoluble cuando están excluidos los lípidos de la fórmula de NP. La biodisponibilidad de las vitaminas por vía intravenosa disminuye por efecto de la luz (A, C, B₂, etc.) o por adherencia a los sistemas (vitaminas E, A, etc.), y esta biodisponibilidad depende también de los componentes de la fórmula de NP, del tipo de sistemas, de la velocidad de infusión y de otros factores. En general, la administración real es inferior a la dosificada; por ello, los aportes diarios recomendados para la administración intravenosa son altos. Sin embargo, no se han descrito intoxicaciones con las dosis recomendadas (tabla 6).

Tabla 6. Requerimiento de vitaminas

Vitaminas	Lactante: Requerimientos por kilo y día	Niño: Requerimientos por día
A (mg)	150-300	150
D (mg)	0,8 (32 UI)	10 (400 UI)
E (mg)	2,8-3,5	7
K (mg)	10	200
C (mg)	15- 25	80
B ₁ (mg)	0,35- 05	1,2
B ₂ (mg)	0,15 – 0,2	1,4
Piridoxina (mg)	0,15-0,2	1
Niacina (mg)	4,0-6,8	17
B ₁₂ (mg)	0,3	1
Ácido pantoténico (mg)	1,0-2	5
Biotina (mg)	5-8	20
Ácido fólico (mg)	56	140

Las recomendaciones están hechas para niños estables, sin tener en cuenta las situaciones de estrés catabólico, soporte respiratorio o disfunción de órganos. Las fórmulas para neonatos prematuros deben estar exentas de propilenglicol o polisorbato, muy frecuentes en formulaciones de adultos.

Calcio, fósforo y magnesio

Los requerimientos de estos elementos se recogen en la tabla 7.

Tabla 7. Requerimientos de calcio, fósforo y magnesio

	Calcio (mg/kg)	Fósforo (mg/kg)	Magnesio (mg/kg)
0-6 meses	32	14	5
7-12 meses	20	15	4,2
1-13 años	11	6	2,4
14-18 años	7	6	2,4

Líquidos y electrolitos

Los requerimientos hidroelectrolíticos por unidad de masa corporal son muy altos en el período neonatal y van disminuyendo hasta la edad adulta. Las recomendaciones en la edad pediátrica en general están basadas en extrapolaciones de datos de estudios durante el período neonatal y en adulto.

El RNP y en el RNT requieren un aumento gradual del aporte hídrico. Se diferencian tres fases: de transición (primeros dos días); de estabilización (5-15 días), cuando se adquiere el peso al nacimiento; y, finalmente, la fase de crecimiento estable.

Requerimiento hídrico

El cálculo de requerimientos hídricos en pediatría está en relación con el gasto energético:

100 ml/kg de 3-10 kg
1000 ml + 50 ml/kg que supere los 10 kg, hasta 20 kg
1500 ml + 25 ml/kg que supere los 20 kg en niños mayores
de este peso

Los requerimientos aumentan en caso de fiebre, hiperventilación, hipermetabolismo y pérdidas gastrointestinales, y disminuyen en caso de fracaso renal y de insuficiencia cardíaca congestiva.

Requerimientos de electrolitos

Deben ajustarse mediante la monitorización en sangre y orina (tablas 8-10).

El requerimiento hidroelectrolítico puede ser muy diferente en función de la situación clínica del niño (hiperhidratación, deshidratación, etc.).

Tabla 8. Monitorización del equilibrio hidroelectrolítico

-
- Estado clínico del paciente
 - Peso corporal
 - Balance hídrico
 - Concentración de electrolitos en sangre y equilibrio ácido-base
 - Hematocrito y BUN
 - Osmolaridad en orina y electrolitos en orina
-

BUN: nitrógeno ureico en la sangre.

Tabla 9. Recomendación de líquidos (mL/kg/día). Período neonatal

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Estable
RNT	60-120	80-120	100-130	120-150	140-160	140-180	140-160
RNP ≤ 1500	60-80	80-100	100-120	120-150	140-160	140-160	140-160
RNP > 1500	80-90	100-110	120-130	130-150	140-160	160-180	140-160

RNP: recién nacidos pretérmino; RNT: recién nacidos a término.

Tabla 10. Recomendaciones de electrolitos en lactantes y niños

Edad	Na ⁺ (mmol/kg/día)	K ⁺ (mmol/kg/día)
2-12 meses	2-3	1-3
1-2 años	1-3	1-3
3-5 años	1-3	1-3
6-12 años	1-3	1-3
13-18 años	1-3	1-3

Diseño de la fórmula

La fórmula de nutrición intravenosa debe estar cuidadosamente diseñada para aportar todos los nutrientes necesarios con el mínimo riesgo (tablas 11-13).

Tabla 11. Factores a tener en cuenta para el diseño de la fórmula

1. Estado nutricional y metabólico (estrés) del paciente.
2. Se intentará conseguir una retención nitrogenada y mantener los depósitos energéticos.
3. Adecuada proporción de macro- y micronutrientes que cubra los requerimientos.

Tabla 12. Recomendaciones

1. Utilizar los tres macronutrientes siempre que sea posible.
2. Aporte mínimo deseable de nitrógeno: 200 mg/kg/día.
3. Aporte de kilocalorías no proteicas: 120-200 kcal no proteicas por gramo de nitrógeno aportado.
4. La glucosa se debe aumentar y retirar de modo lento.
5. Aporte máximo tolerable de glucosa: 250 g/día.
6. Osmolaridad de la fórmula: depende de la vía y de la edad del niño.
7. Osmolaridad aconsejada: 400-700 mOsm/L para vía periférica; 1500 mOsm/L para vía central.

Tabla 13. Cálculos a realizar

- 1.º Cálculo del aporte energético deseable: $GET = GEB \times 1,2-1,3$.
- 2.º Cálculo del aporte proteico deseable según edad y peso.
- 3.º A partir del punto 2, cálculo del nitrógeno a aportar:
 $Aporte_{nitrógeno} = Aporte_{proteinas\ totales} / 6,25^*$
- 4.º Deducir de las calorías totales (calculadas en el primer paso) las calorías que aportarán las proteínas. Con ello sabremos cuántas kilocalorías no proteicas deseamos aportar.
- 5.º Comprobar si la relación kilocalorías no proteicas por gramo de nitrógeno es adecuada (en torno a 120-180). Si no lo es, modificar el aporte proteico o el de calorías no proteicas (en función de lo que sea más adecuado para el paciente).
- 6.º Distribuir las kilocalorías no proteicas: 60-65% HC y 40-35% lípidos.
- 7.º Electrolitos y minerales: requerimientos más pérdidas.
- 8.º Vitaminas: pautar según requerimientos.
- 9.º Oligoelementos: requerimientos más pérdidas.
- 10.º Cálculo de volumen:
 - Si es necesario, restringir líquidos, teniendo en cuenta la máxima osmolaridad tolerable por la vía. Además, los lípidos deben incluirse a razón de al menos 10 g/L para asegurar la estabilidad de la fórmula.
 - Si no es necesaria la restricción hídrica, pautar el volumen según requerimientos para edad y peso.

GEB: gasto energético basal; GET: gasto energético total; HC: hidratos de carbono.

* El denominador puede variar en función del contenido en nitrógeno de la fórmula, que debe ser indicado por el fabricante.

Fórmulas estándar

El diseño de la formulación debe ser muy cuidadoso para obtener el máximo de beneficios con el mínimo riesgo. Para una NP de corta duración, es recomendable elegir fórmulas estándar comerciales o diseñadas por el hospital (véase el capítulo 5, «Soluciones para nutrición parenteral»).

PUNTOS PARA RECORDAR

- En caso de enfermedad, se ajustará cuidadosamente el aporte energético.
- Si es posible, se medirá el gasto energético basal con calorimetría indirecta.
- Deben aportarse diariamente todos los micronutrientes (vitaminas y oligoelementos).
- La orden de nutrición parenteral debe contener, expresados de forma clara, todos los datos del paciente tanto personales y médicos (diagnóstico y situación clínica) como los de la formulación. También se debe reseñar el nombre del médico que indica la nutrición parenteral. Los hospitales diseñarán la orden de tratamiento.

Bibliografía

ASPEN Board of Directors and The Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients Section VII. Normal requirements pediatrics. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2002;26(Suppl 1): 255A-325A.

Baker S, Baker RD. Parenteral nutrition: macronutrientes. En: Baker S, Baker RD, Davis AM, editores. Pediatric Nutrition Support. London: Jones and Barlett Publisher; 2007. p. 299-312.

- Boullata JI. Overview of the parenteral nutrition use process. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2012;36(2 Suppl):10S-13S.
- Boullata JI, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, Goday P, et al. ASPEN clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38:334-77.
- Boullata JI, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, Goday P, et al.; Australasian Neonatal Parenteral Nutrition Consensus Group. Standardised neonatal parenteral nutrition formulations: an Australasian group consensus 2012. *BMC Pediatr.* 2014;14:48.
- ESPEN Guidelines on Parenteral nutrition. *Clin Nutr* 2009; 28: 359-480.
- Guidelines on pediatric parenteral nutrition of the European Society of Pediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Pediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41s:s12-s53.
- Kochevar M, Guenter P, Holcombe B, Malone A, Mirtallo J; ASPEN Board of Directors and Task Force on Parenteral Nutrition Standardization. ASPEN statement on parenteral nutrition standardization. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2007;31(5):441-8.

Encarnación López Ruzafa¹

Rafael Galera Martínez¹

María del Carmen Rivero de la Rosa²

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

²Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

Introducción

Es necesario conocer los tipos de accesos vasculares, la técnica de inserción, el material y dispositivos específicos existentes, así como las recomendaciones de uso, para poder facilitar y hacer segura la infusión de nutrición parenteral (NP) (tabla 1).

Tabla 1. Factores para la elección de la vía de acceso

- Edad
- Enfermedad de base
- Duración estimada de la nutrición parenteral
- Requerimientos nutricionales
- Disponibilidad y accesibilidad de vías venosas

Tipos de accesos venosos

Accesos venosos periféricos

Aplicados en venas subcutáneas y canalizados por dispositivos cortos, los accesos venosos periféricos permiten la administración de soluciones de NP que no excedan de 500-600 mOsm/L. Son accesos de corta duración que se indican mientras no se disponga de acceso venoso central.

Los dispositivos utilizados son cánulas cortas semirrígidas de diferentes diámetros (18-26 G en pediatría). Las zonas anatómicas de elección serán las de los miembros superiores; las de los miembros inferiores se reservan para casos de inaccesibilidad de otros vasos o por el estado del niño.

Accesos venosos centrales

Se hacen avanzar hasta ubicarse en la vena cava superior, la vena cava inferior o a la entrada de la aurícula derecha. Permiten la administración de mayores volúmenes de líquidos y de soluciones con osmolaridad hasta de 1500-1600 mOsm/L. Son necesarios para la administración de NP total.

En la tabla 2 se recoge una clasificación genérica sobre los tipos de accesos venosos centrales.

Tabla 2. Clasificación de los catéteres venosos centrales

Según su permanencia/ duración	<ul style="list-style-type: none">• Transitorios o de corta duración (<4 semanas)• Permanentes o de larga duración (≥4 semanas)
Según su trayecto en la piel	<ul style="list-style-type: none">• Tunelizado• No tunelizado
Según el número de luces	<ul style="list-style-type: none">• Una luz• Dos luces• Tres luces o más

Accesos venosos centrales transitorios

Catéteres centrales percutáneos no tunelizados. Se colocan mediante técnica de inserción percutánea en venas profundas. Pueden tener una, dos o tres luces. Son los más comúnmente utilizados, apropiados para cuando se prevea una duración de NP menor de 3-4 semanas. Existen diversos tamaños

y longitudes; en pediatría se usan de 4 o 5 Fr y de 8-13 cm de longitud. Son los responsables de la mayoría de las bacteriemias relacionadas con el catéter.

Catéteres centrales de inserción periférica o epicutáneos (PICC). Son una alternativa a la cateterización de venas profundas. Acceden a venas centrales a través de las venas cefálica, basílica, axilar, safena externa y venas de la cabeza. Existen diferentes tamaños de PICC para adecuarse a la edad (tabla 3), y la longitud puede oscilar entre 6 cm y 60 cm.

Catéteres umbilicales. Son catéteres de corta duración que se insertan a través de la vena o arterias umbilicales en las primeras horas tras el nacimiento. Existen catéteres de 2,5 Fr y 30 cm de longitud, y de 3,5-8 Fr y 40 cm de longitud (tabla 3). En la actualidad debido a las complicaciones derivadas de su uso (trombosis, perforación vascular, necrosis hepática, enterocolitis necrosante, etc.), se limita su utilización a la administración de líquidos y

Tabla 3. Elección del tamaño de los catéteres centrales en función de la edad

Edad	Umbilicales	PICC	Tunelizados	Reservorios
< 1 año	En neonatos 2,5 Fr (30 cm) 3,5-8 Fr (40 cm)	2-5 Fr	2,7-4,2 Fr 1 luz	Usados raramente
1-3 años	—	4-5,5 Fr	3-5 Fr 1 luz	Preferible usar catéteres
4-11 años	—	5-7 Fr	4,2-7 Fr 1-2 luces	0,6-1 mm de diámetro interior
Adolescentes	—	5-8,5 Fr	5-12,5 Fr 1-2-3 luces	0,8-1,4 mm de diámetro interior
Adultos	—	5-8,5 Fr	7-13 Fr 1-2-3 luces	0,8-1,4 mm de diámetro interior

Adaptado de Gomis Muñoz *et al.* PICC: catéteres centrales de inserción periférica o epicutáneos.

medicación en la reanimación en sala de partos, exanguinotransfusión, monitorización de presión venosa central y como acceso venoso central en prematuros de muy bajo peso hasta poder insertar otro catéter.

Accesos venosos centrales permanentes

Es el acceso venoso indicado para administración de NP de larga duración.

Catéteres centrales tunelizados. Los más comunes son Hickman®, Broviac® y Groshong®. Son colocados quirúrgicamente o mediante radiología intervencionista, y se insertan percutáneamente en la vena central dejando un trayecto subcutáneo que separa la entrada en la vena del orificio de salida en la piel. La mayoría de estos dispositivos tienen unido a nivel subcutáneo un manguito corto que estimula el crecimiento de tejido fibroso, crean un anclaje y, así, previenen la movilización y la entrada de bacterias. Los de una sola luz son los de elección para la NP domiciliaria. Existen diferentes tamaños de catéteres tunelizados para adecuarse a la edad (tabla 3).

Catéteres reservorio o implantados. Son los de tipo Port-a-Cath®. Se trata de catéteres venosos totalmente implantados acoplados a una cámara-reservorio subcutánea de titanio, acero inoxidable o polietileno. Esta cámara posee una membrana de silicona autosellante a través de la cual se harán las punciones con cánulas especiales (agujas de tipo Gripper o Huber). Ambos son colocados quirúrgicamente y, a diferencia de los catéteres tunelizados, quedan alojados bajo la piel. Existen diferentes tamaños de catéteres tunelizados para adecuarse a la edad (tabla 3).

Otros accesos

Debido a las complicaciones secundarias de las cateterizaciones múltiples (la trombosis y la escasez de accesos venosos), pueden surgir situaciones en las que sea necesario un enfoque alternativo, considerando otros accesos «de rescate», como son el transhepático, translumbar, intercostal y fístula arteriovenosa.

Lugares de inserción

Acceso venoso periférico

En la tabla 4 se recogen las consideraciones que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir un acceso periférico.

Tabla 4. Consideraciones para la elección del acceso periférico

- Evitar las extremidades con extravasaciones recientes
- Evitar accesos cercanos a cualquier fuente de infección u ostomía
- Seleccionar la extremidad y localización que permita mayor comodidad

Acceso venoso central

La elección del lugar de inserción del catéter en una vena profunda depende de varios factores, fundamentalmente del riesgo de tromboflebitis, de complicaciones mecánicas y de infección del catéter (tabla 5).

Métodos de inserción

Los catéteres venosos centrales pueden ser colocados mediante diferentes técnicas que dependerán del tipo de catéter (transitorio o permanente):

Inserción de catéteres transitorios

Inserción percutánea «a ciegas». Se coloca el catéter mediante la palpación y/o visualización de estructuras o referencias anatómicas que tienen una relación conocida con la vena a canalizar. Existe evidencia de que esta técnica está asociada a complicaciones significativas (punción arterial, hema-

Tabla 5. Lugares de inserción central

Acceso	Ventajas	Inconvenientes
Subclavio	Lugar de inserción de elección (en adultos se relaciona con menor riesgo de infección).	Mayor riesgo de presentar complicaciones mecánicas (neumotórax, hemotórax) ^a
Femoral	En niños no se asocia mayor incidencia de complicaciones mecánicas e infecciosas respecto a otros lugares.	Menos confortable Puede originar trombosis de vena cava inferior
Yugular	Menor riesgo de neumotórax y hemotórax por la mayor distancia a cúpula pleural.	Mayor riesgo de hematomas locales, daño arterial e infecciones por catéter ^b

^a En niños no se ha podido demostrar mayor riesgo de complicaciones mecánicas respecto al de otros lugares.

^b Asociación encontrada en adultos.

toma, neumotórax, hemotórax, etc.). La tasa de éxito depende de la experiencia del profesional que la realice, y en general se registra una mayor tasa de fallo que otras técnicas.

Inserción percutánea guiada por ultrasonidos. Es una técnica que emplea el ultrasonido para guiar la punción y cateterización de estructuras vasculares. Mejora las tasas de éxito, disminuye las complicaciones derivadas y reduce el tiempo empleado en la inserción del catéter. Existe suficiente evidencia en la literatura para indicar que es más efectiva y segura que la inserción «a ciegas», tanto en niños como en adultos, y tan efectiva como la técnica quirúrgica. Puede ser recomendada como técnica de elección, pero requiere aprendizaje del profesional y disponibilidad de equipo de ultrasonidos.

Inserción de catéteres permanentes

Inserción por radiología intervencionista. En el caso de los catéteres tunelizados tiene menos complicaciones y es más segura que la quirúrgica. El mayor problema es el riesgo de infección en los días siguientes a su implantación y durante el tiempo en que permanece útil.

Inserción quirúrgica. Se relaciona con un mayor daño de la vena (en ocasiones, permanente).

Aspectos relacionados con el catéter

Localización de la punta del catéter

Después de la inserción, en el caso de que no se haya hecho durante el procedimiento, se recomienda realizar una radiografía de tórax. En la tabla 6 se muestran las consideraciones a tener en cuenta para minimizar las complicaciones mecánicas o trombóticas.

Tabla 6. Localización de la punta del catéter

- Debe localizarse fuera del saco pericárdico para evitar el riesgo de taponamiento cardíaco.
- En el acceso subclavio o yugular debe quedar al menos a 0,5 cm de la línea cardíaca en lactantes y al menos a 1 cm en niños mayores. El hecho de localizarse sobre la carina en niños mayores y adultos sugiere que está fuera del saco pericárdico.
- En el acceso femoral debe quedar por encima de las venas renales.
- El catéter debe alojarse paralelo al eje venoso para disminuir el riesgo de perforación, que depende de la angulación entre ambos.

Recambio del catéter

No es necesario recambiar de rutina los catéteres centrales percutáneos ni los PICC para prevenir infecciones. En el caso de que se requiera por funcionamiento deficiente, siempre que no haya sospecha infecciosa, se podrá hacer a través de una guía para disminuir las complicaciones mecánicas.

Material necesario en nutrición parenteral

Además de los catéteres ya mencionados, son necesarios los elementos que se mencionan a continuación.

Contenedor o bolsa

Deberá ser químicamente inerte, y proteger de la luz y de la entrada de oxígeno, dos agentes causantes de la degradación de las vitaminas y lípidos. En la actualidad se usa el etilvinilacetato o el polipropileno (tabla 7).

Tabla 7. Tipos de contenedor o bolsa

1. Bolsa de etilvinilacetato	Permeable al oxígeno
2. Bolsa multicapa	Compuesta por tres o más capas; la interna, químicamente inerte, y la externa, impermeable al oxígeno y parcialmente fotoprotectora

Sobre ambas, se emplea una sobrebolsa protectora, que bloquea la radiación ultravioleta.

Sistemas de infusión

Adecuados al tipo de bomba de infusión utilizada. Se recomiendan de tipo opaco para evitar la peroxidación con la exposición a la luz.

Filtros

El paciente está expuesto a la entrada de precipitados que se pueden producir por errores en la dosificación, preparación o almacenamiento de la NP. El uso de filtros durante la administración es efectiva para la eliminación por retención mecánica de partículas grandes, precipitados y aire. Sin embargo, los filtros pueden ocasionar problemas como la obstrucción o la absorción de micronutrientes de la infusión. Además, con este dispositivo se eleva el coste de la NP.

Se recomienda usar filtros para la infusión de NP al paciente pediátrico, en NP domiciliaria y en inmunodeprimidos (tabla 8).

Tabla 8. Tipos de filtros

1. Filtros de 1,2 μm	En NP que incluyan lípidos (ternarias), que retienen partículas mayores a las gotas de grasa. Deben ser cambiados cada 24 horas.
2. Filtros de 0,22 μm	En NP que contenga solo aminoácidos y dextrosa (binarias). Deben ser cambiados antes de 96 horas.

NP: nutrición parenteral.

Bombas de infusión

Permiten administrar con precisión cantidades de fluido a una velocidad constante (tabla 9).

Tabla 9. Tipos de bombas de infusión

Volumétricas	Para velocidades de infusión medianas/altas, y grandes volúmenes. Cuentan con una alarma que suena con determinada presión en el sistema que alerta de la oclusión de la vía.
De jeringa	Para volúmenes muy pequeños, generalmente en neonatos. Se debe nivelar la bomba con el nivel del acceso vascular para evitar bolo por efecto «sifón».

Material estéril

- Gorro, mascarilla, guantes estériles
- Paño estéril para hacer campo y minimizar la contaminación
- Gasas, tijeras estériles y esparadrapo
- Solución antiséptica (clorhexidina al 2%)

PUNTOS PARA RECORDAR

- Son necesarios los accesos centrales para la administración de nutrición parenteral total, ya que permiten la infusión de mayor osmolaridad (hasta 1500-1600 mOsm/L) y mayor volumen de líquidos. Los accesos periféricos permiten administración de nutrición parenteral con baja osmolaridad (hasta 500-600 mOsm/L).
- Los catéteres centrales percutáneos y centrales de inserción periférica son accesos venosos adecuados para nutrición parenteral de duración menor a cuatro semanas.
- Los catéteres centrales tunelizados de una sola luz son los de elección para nutrición parenteral prolongada y para nutrición parenteral domiciliaria.
- La inserción percutánea guiada por ultrasonidos puede ser recomendada como técnica de elección, por ser más efectiva y segura que la inserción «a ciegas».
- Todos los catéteres deben someterse a un control radiológico posterior.
- En pediatría se recomienda el uso de filtros para evitar la entrada de precipitados, partículas grandes y aire con la nutrición parenteral.

Bibliografía

- ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2002;26(Suppl 1):15A-138SA.
- DeChicco R, Seidner DL, Brun C, Steiger E, Stafford J, Lopez R. Tip position of long-term central venous access devices used for parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2007;31(5):382-7.
- Gomis P, Gómez L, Martínez C, Moreno JM, Pedrón C, Pérez-Portabella C, et al. Documento de consenso SENPE/SEGHN/SEFH sobre Nutrición Parenteral pediátrica. *Nutr Hosp.* 2007;22:710-9.
- Jauch KW, Schregel W, Stanga Z, Bischoff SC, Brass P, Hartl W, et al. Access technique and its problems in parenteral nutrition: guidelines on parenteral nutrition (IX). *Ger Med Sci.* 2009;7:Doc19.
- 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 for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *JPGN J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41(Suppl 2):S54-62.
- Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012;38(7):1105-07.
- Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr.* 2009;28(4):365-77.

Marta Castell Miñana¹

Pedro Cortés Mora²

Ignacio Ros Arnal³

¹Centro Sanitario Integrado de Lliria (Valencia). Servicio de Urgencias. Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción

El manejo cuidadoso de un catéter venoso central (CVC) supone un elemento decisivo en la prevención de complicaciones infecciosas, mecánicas y trombóticas. Una de las claves es la correcta instrucción desde el inicio del uso de un catéter venoso central en la nutrición parenteral domiciliaria, tanto del personal sanitario como de los padres o cuidadores y del propio paciente. La limpieza de manos previa al acceso y el manejo aséptico los CVC es una de las medidas más eficaces y clínicamente más rentables para prevenir infecciones y complicaciones.

Medidas generales. Manejo y asepsia del personal. Lavado de manos

Previamente al manejo de un CVC, recambio y colocación de nutrición parenteral (NP), el personal deberá realizar lavado aséptico de manos con clorhexidina acuosa al 2% en solución alcohólica de 70° (grado de recomendación A-ESPEN).

Se debe limitar al máximo el número de manipulaciones del catéter y, cuando se vaya a acceder para realizar extracciones, colocar NP o realizar sellado y cambio de sistemas, siempre se habrá preparado el campo estéril con gorro, mascarilla, guantes y bata, así como paños estériles.

Cuidado del punto de inserción del catéter y accesos

Dado que el punto de entrada de infecciones y complicaciones trombóticas va a ser el punto de inserción del catéter, el manejo y cuidado de esta zona debe seguir recomendaciones estrictas:

- El cambio y retirada de apósitos se debe realizar en condiciones de asepsia. Es recomendable utilizar apósitos semipermeables, que permiten una mejor visualización del CVC y del punto de inserción que los apósitos oclusivos.
- La asepsia de la piel en el punto de inserción y limpieza cuidadosa de tapones, llaves y sistemas se realizará con clorhexidina acuosa 2% o clorhexidina en solución alcohólica 70° (grado de recomendación A) y tras manipulación, realizando movimientos circulares de fuera adentro.
- Durante el cambio, se vigilarán posibles signos de infección local, como rubor, calor o inflamación en el punto de entrada del catéter o en la piel.
- En el caso de no tunelizados, es recomendable limpiar la zona de inserción cuidadosamente vigilando que no se movilice. En caso de subcutáneos tunelizados de tipo Hickman o catéteres centrales de acceso periférico, vigilar el punto de salida y trayecto del catéter por el riesgo de infección sobre el trayecto subcutáneo.
- Preferiblemente se utilizará catéter de luz única por su menor riesgo de complicaciones e infecciones (grado de recomendación C ESPEN).
- En caso de catéter multilumen, se limpian todos los accesos con solución antiséptica durante la manipulación y el acceso.
- Los puntos de acceso sin aguja deben ser correctamente desinfectados antes y después de su manipulación (grado C). En caso de tapones y sistemas antirreflujo, se deben limpiar con solución antiséptica todos los accesos antes de su manipulación.

No está recomendado el uso de pomadas antibióticas en el punto de inserción ni piel circundante, ya que no previenen infección asociada a catéter (grado de recomendación B).

No se recomiendan filtros de manera sistemática en población pediátrica, ya que no han demostrado reducir significativamente las infecciones relacionadas con el catéter (grado de recomendación D EPIC).

Cambio de sistemas de nutrición parenteral

- Las líneas de administración de NP que contengan lípidos se deben intercambiar cada 24 horas o si se trata de formulaciones tres en uno.
- Cambiar los sistemas de las emulsiones lipídicas a las 24 horas del inicio de la perfusión (recomendación I-B).
- En caso de formulaciones que únicamente contienen aminoácidos y glucosa, el recambio puede efectuarse cada 72 horas (CDC y EPIC).
- No se recomienda la administración previa ni concomitante con NP asociada a antibióticos para prevenir infección en la población pediátrica.
- En catéteres de duración larga o media como los habitualmente utilizados para NP, no se debe realizar un cambio de catéter de manera sistemática, ya que no previene las infecciones relacionadas con el catéter (grado de recomendación 1B CDC).

Sellado del catéter con solución heparinizada o suero fisiológico

La mayor parte de los catéteres podrán ser sellados con solución salina, cuando no se vayan a utilizar sin aumento de riesgos ni complicaciones (grado C ESPEN).

1) En caso de CVC tunelizado:

- Cuando se prevé que no se va a utilizar más de 8 horas, tras lavado con suero fisiológico, se procederá al sellado con solución heparinizada.
- La técnica de *start-stop* previa durante el sellado ha demostrado que es efectiva, independientemente de la heparinización posterior. La he-

parina favorece la precipitación de las soluciones lipídicas, por lo que es indispensable el lavado con solución salina pre- y posinfusión de lípidos.

2) En el caso de sistemas reservorio:

- Después de cada uso, lavar con suero salino fisiológico (10 mL) y, posteriormente, administrar heparina 20 UI/mL (3-5 ml). Retirar aguja *grípper*.
- Si el catéter está en reposo, se puede hacer el sellado cada 2-4 semanas.

3) En caso de catéteres centrales de acceso periférico:

- Lavar con solución salina y, posteriormente, heparinizar la vía con 0,5 mL de solución de heparina 20 UI/mL cada 24 horas con cada uso.
- Cuando no se vaya a utilizar, sellar la vía con solución heparinizada.

Prevención de oclusión u obstrucción del catéter

Durante su utilización puede producirse la obstrucción parcial o total del catéter, que puede deberse a oclusión trombótica o no trombótica, a precipitación de fármacos o a incompatibilidad de las soluciones. Se emplean bombas volumétricas y nunca por gravedad para mantener un flujo constante y evitar la formación de precipitados y oclusiones.

Para evitar la **oclusión no trombótica**:

- No utilizar la misma vía para infundir fármacos y NP, y conocer la compatibilidad de las soluciones (véase el capítulo 10, «Seguridad y compatibilidad de la fórmula»).
- Para resolver obstrucciones por minerales (fosfato-calcio) o fármacos que necesitan un medio ácido (p. ej., la vancomicina): instilar 0,2-1 mL de HCl 0,1 M, 30-60 min; repetir si fuera necesario.
- Para resolver precipitados que precisan una solución alcalina (p. ej., el imipenem o la fenitoína): instilar 1 mL de solución de bicarbonato sódico 1 M durante 6 horas.

Para evitar la oclusión trombótica y limitar el daño a la pared venosa:

- Realizar la inserción del catéter guiada por ecografía para minimizar daño vascular.
- Utilizar siempre el catéter de calibre menor posible para infusión deseada.
- Situar la punta de catéter en unión aurícula-cava para prevenir trombosis.
- Lavado con suero salino fisiológico tras la manipulación o el uso del catéter.
- Si bien en la población pediátrica no hay evidencia científica, se suele realizar el sellado con solución heparinizada de CVC en población pediátrica si no hay un uso de más de 8 horas.

En ocasiones se forma una película de fibrina en la zona inicial de los catéteres de larga duración, y su presencia es causa de obstrucciones de repetición con fallo del CVC o, incluso, de obstrucción permanente. El sellado de las vías tras la utilización con soluciones salinas disminuye la incidencia de obstrucciones.

No se administrará contraste radiológico por CVC porque este puede dañar los materiales y favorecer la ruptura con extravasación de material debido a propiedades del propio contraste o por la inyección a alta presión.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Recomendaciones para el manejo del catéter venoso central en pediatría:
 - Asepsia y lavado de manos obligados antes del manejo y el acceso al catéter venoso central (CVC).
 - Uso de técnica estéril (bata, guantes, gorro, mascarilla) antes del manejo y el acceso.
 - Cubrir con apósito semitransparente el punto de acceso.
 - Apósito de gasas en caso de sudoración, sangrado o presencia de exudado o trasudado.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Sustituir siempre que haya restos de sangrado, sudoración, nutrición parenteral (NP).
- Limpieza de la zona de inserción, puntos de acceso, llaves y alargaderas con clorhexidina acuosa al 2%, alcohol de 70° o povidona yodada.
- En caso de utilizar multilumen, máxima asepsia y control de infección.
- No está recomendada la instilación sistemática de antibióticos ni el uso de pomadas antibióticas en el manejo rutinario del CVC.
- No está recomendado el uso sistemático de filtros en NP pediátrica.
- Limitar el uso preferente para NP y otras vías para extracción o administración de medicación.
- Vigilar la compatibilidad de soluciones y fármacos cuando se administren por la misma vía.
- No administrar contraste radiológico por CVC.
- Cuando se prevé un tiempo de más de ocho horas sin manejo de CVC, sellar con solución heparinizada. La mayoría de las veces es suficiente el sellado con solución salina para su manejo en población pediátrica.
- Material necesario para el acceso al catéter venoso central:
 - Campo estéril con paños.
 - Suero salino fisiológico.
 - Guantes estériles, bata y gorro.
 - Solución heparinizada en caso de sellado.
 - Clorhexidina acuosa al 2% o povidona yodada.
 - Jeringas para instilación.
 - Apósito estéril semitransparente o de gasa.

Bibliografía

- Huhmann MB, August DA. Review of American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) Clinical Guidelines for Nutrition Support in Cancer Patients: nutrition screening and assessment. *Nutr Clin Pract*. 2008;23(2):182-8.
- Manual de Nutrición Parenteral en Pediatría. Madrid: Subcomisión de Nutrición. Hospital Universitario La Paz; 2011.
- O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis*. 2011;52(9):e162-93.
- Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr*. 2009;28(4):365-77.
- Ryder M. Evidence-based practice in the management of vascular access devices for home parenteral nutrition therapy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2006;30(1 Suppl):S82-93, S98-9.

Miriam Herrero Álvarez¹

Ignacio Ros Arnal²

Rafael Galera Martínez³

¹Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario Rey Juan Carlos. Madrid.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

Introducción

La forma de administración puede ser continua o cíclica (tabla 1):

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las formas de administración

	Ventajas	Desventajas
Continua Administración en 24 horas	<p>Comienzo de la NP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Útil en hospitalizados durante cortos períodos • Aplicable a mezclas ternarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayores efectos metabólicos • Mayor afectación hepática • Menor autonomía
Cíclica Administración en < 24 horas (8-18 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Útil en NP domiciliaria y larga duración • Mayor autonomía del paciente • Menores efectos metabólicos y hepáticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de oclusión del catéter

NP: nutrición parenteral

Ventajas metabólicas de la nutrición parenteral cíclica

Las ventajas metabólicas de NP ciclada son:

- **Utilización de nutrientes:**
 - Mejora el balance nitrogenado al aumentar el metabolismo proteico. Aumento de la concentración de albúmina sérica.
 - Mejora el metabolismo de los hidratos de carbono (HC) y las grasas (disminuye la oxidación de HC y aumenta la de grasa, con lo que disminuye el cociente respiratorio y se compensa la oxidación de HC aumentada que se obtiene durante la infusión).
 - Aumento del gasto energético. En los pacientes con NP cíclica se aproxima más al gasto energético del paciente sano.
 - Respeta la secreción de hormonas, catecolaminas y ritmos circadianos, al presentar un período libre de infusión.
- **Complicaciones hepáticas.** La administración cíclica reduce la insulina a niveles basales y reduce el daño hepático con un menor depósito de grasa.
- **Enfermedad ósea.** Aunque aumenta la calciuria, no altera la excreción fraccional de calcio ni las concentraciones séricas de calcio, fósforo, magnesio o 25-hidroxi-vitamina D. Mejora la movilidad del paciente y, por tanto, promueve el ejercicio físico y la exposición solar; en conclusión, disminuye el riesgo de enfermedad ósea respecto a la infusión continua, durante la cual el paciente permanece inmóvil.

Método de ciclado

El ciclado de la NP debe ser lento y cuidadoso, sobre todo cuando el soporte intravenoso es elevado por tolerancia digestiva deficiente. Cuando esta permite un aporte calórico cercano al gasto energético basal, la tolerancia de la NP suele ser adecuada (véase el capítulo 6, «Requerimientos y diseño de la fórmula»).

Se deben monitorizar: 1) la tolerancia *metabólica*, ante una posible hipoglucemia durante el tiempo de retirada o de hiperglucemia durante el tiempo de infusión; y 2) la tolerancia *hemodinámica*, por la sobrecarga de volumen que supone pasar en menos horas el volumen de 24 horas.

A efectos prácticos, si la NP es mayor a 7-10 días y el paciente no se encuentra en situación crítica, comenzaremos el ciclado de la NP acortando el tiempo de infusión de forma progresiva de 24 a 20, 16 y 12 horas. Es conveniente que el ciclado se haga de forma lenta para no sobrecargar de líquidos de forma brusca el torrente circulatorio y, así, comprobar la tolerancia. En función de la duración prevista y de la independencia del paciente, se podrá acortar incluso a 8-10 horas, siempre teniendo en cuenta la progresión de la vía oral para el total de líquidos y electrolitos.

El volumen total máximo debe ser igual a los requerimientos hídricos diarios (incluye el aporte intravenoso y el aporte enteral [para más información, véase el capítulo 6, «Requerimientos y diseño de la fórmula»]).

PUNTOS PARA RECORDAR

- El ciclado debe ser lo más precoz posible para promover una mejor utilización de nutrientes y minimizar los efectos metabólicos de la nutrición parenteral.
- Mantener siempre un aporte enteral, según la tolerancia, para estimular el tracto gastrointestinal, inhibir el sobrecrecimiento bacteriano y disminuir el riesgo de afectación hepática.

Bibliografía

Gómez Enterría P, Laborda González L, Martínez Faedo C. Protocolo para el diagnóstico y tratamiento de la osteopatía metabólica en el enfermo con nutrición parenteral domiciliaria. *Nutr Hosp.* 2007;22(3):351-7.

- Gomis Muñoz P, Gómez López L, Martínez Costa C, Moreno Villares JM, Pedrón Giner C, Pérez-Portabella Maristany C, et al. Documento de consenso SENPE/SEGHNP/SEFH sobre nutrición parenteral pediátrica. *Nutr Hosp.* 2007;22(6):710-9.
- Kumpf VJ. Parenteral nutrition-associated liver disease in adult and pediatric patients. *Nutr Clin Pract.* 2006;21(3):279-90.
- Moreno Villares JM, Gutiérrez Junquera C. Nutrición parenteral. En: SEGHNP-AEP. Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. 1.ª ed. Madrid: Ergon; 2010. p. 393-401.
- Stout SM, Cober MP. Metabolic effects of cyclic parenteral nutrition infusion in adults and children. *Nutr Clin Pract.* 2010;25(3):277-81.

Marta Castell Miñana¹

Ana Moráis López²

María del Carmen Rivero de la Rosa³

¹Centro Sanitario Integrado de Lliria (Valencia). Servicio de Urgencias. Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

²Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas. Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

³Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

Introducción

Dada la diferente naturaleza química de los componentes que forman las mezclas de nutrición parenteral (NP), como los aminoácidos, hidratos de carbono, grasas, electrolitos y micronutrientes, existe riesgo de interacción entre ellos, dando lugar a una mezcla inestable y formación de precipitados. Conocer los factores que condicionan la inestabilidad de la fórmula permite prevenir sus efectos perjudiciales en el paciente (tabla 1).

Tabla 1. Factores que afectan a la seguridad de la fórmula

- Estabilidad
- Compatibilidad con fármacos
- Almacenamiento, distribución y administración

Estabilidad de la fórmula

Estabilidad bioquímica

Determinados factores bioquímicos pueden condicionar la inestabilidad por interacción y favorecen la precipitación de los componentes de la mezcla (tabla 2).

Tabla 2. Factores bioquímicos de inestabilidad de la fórmula

- pH de las soluciones empleadas y pH final de la nutrición parenteral
- Concentración de los iones mono- y divalentes
- Presencia de catalizadores (cobre)
- Temperatura

Precipitación de calcio/fosfato

Constituye el problema principal de la compatibilidad de la nutrición parenteral. Existen varios factores que favorecen la precipitación de fosfato cálcico:

- Mayor concentración de calcio y fosfato.
- Aumento del pH de la solución, lo que favorece la formación de la forma dibásica de fosfato, que precipita más fácilmente.
- Composición y concentración de la solución de aminoácidos.
- Bajas concentraciones de glucosa y aminoácidos. La glucosa y los aminoácidos favorecen un pH ácido, evitando la formación de complejos con calcio y fosfato, y actúan como tampón impidiendo que el pH aumente.
- Elevación de la temperatura: favorece la disociación de las sales orgánicas de calcio y la posibilidad de equilibrio entre las diferentes especies de fosfato. Con más calcio libre y cambios en el equilibrio de la sal monobásica a dibásica de fosfato, aumenta la probabilidad de precipitación.
- Largo tiempo de almacenamiento y velocidad de infusión lenta, que favorecen la cristalización.
- Presencia de otros iones, como el magnesio, que tiene un efecto positivo sobre la solubilidad de las sales de fosfato-calcio cuando aumenta el pH y la relación molar de Mg/Ca es inferior a 2.
- La heparina asociada a calcio y lípidos favorece la precipitación de sales.

Una estrategia posible es la utilización de sales orgánicas de calcio y fosfato (gluconato cálcico y glicerolfosfato monosódico) para **evitar la precipitación fosfocálcica**. La concentración de fosfato disociado es menor y el glicerolfos-

fato actúa como tampón total de la solución. Se recomienda el uso de glicérolfosfato sódico, que aporta 1 mmol/mL de fósforo y 2 mmol/mL de sodio. Hay que tener especial precaución cuando el aporte de Ca o P es elevado y en caso de requerir concentraciones muy bajas de aminoácidos, como NP periféricas o NP pediátricas al inicio.

Concentración lipídica

Las concentraciones de lípidos menores a 10 g/L en mezclas ternarias se desestabilizan, pudiéndose producir rotura de la emulsión. Las fórmulas lipídicas de aceite de soja son menos estables que las mezclas MCT/LCT.

Proliferación microbiana

La emulsión lipídica es el componente individual más proclive a la proliferación microbiana. La NP total permite el crecimiento de bacterias y hongos pero a una velocidad más lenta que las infusiones lipídicas. Asimismo, las mezclas ternarias constituyen un mejor medio de crecimiento bacteriano que las binarias. Diferentes microorganismos han sido involucrados en la contaminación de NP o componentes individuales de las mismas: *Candida albicans* en mezclas binarias, *Malassezia furfur* y *Staphylococcus coagulasa* negativo en emulsiones lipídicas, y *Staphylococcus saprophyticus* y *Enterobacter cloacae* en mezclas ternarias.

La temperatura de conservación, el pH de la mezcla, el tiempo de administración y la osmolaridad son factores que condicionan la proliferación microbiana en la NP; pero los factores más influyentes en la prevención de la contaminación son los relativos al proceso de elaboración, incluyendo las características del área de elaboración y el empleo de una técnica adecuada.

Luz y oxígeno

Tanto la luz, inductora de peróxidos, como el contacto de la solución de NP con oxígeno favorecen la degradación y oxidación de vitaminas, aminoáci-

dos y lípidos. La fotoprotección de las bolsas de nutrición parenteral minimiza la degradación de las vitaminas fotosensibles y disminuye la peroxidación de varios aminoácidos.

Compatibilidad con fármacos

De manera habitual debe evitarse cualquier adición de fármacos y otras sustancias a la práctica habitual en nutrición parenteral. Existen numerosos factores que alteran las propiedades físico-químicas de la bolsa, y la adición de fármacos puede precipitar la formación de agregados o sales. No se debe utilizar la mezcla nutriente parenteral como vía de administración de fármacos, excepto en el caso de existir razones claramente ventajosas. Muchos estudios se han realizado con fármacos comerciales y no con el principio activo, por lo que el vehículo en el que van solubilizados puede variar de una marca a otra y será necesario comprobar en cada caso la solubilidad del fármaco con la mezcla de nutrición (tabla 3). En presencia de accesos venosos limitados, los fármacos con estabilidad límite deben ser diluidos y administrados en un acceso en «Y» proximal al paciente, interrumpiendo la NP y, posteriormente, limpiando la vía antes de reanudar la NP. En el caso de fármacos incompatibles (tabla 4), deben administrarse por un puerto diferente. Siempre que exista otro acceso venoso disponible, debe utilizarse este para la administración de fármacos.

Tabla 3. Listado de principios activos compatibles en «Y» tres en uno

Ampicilina/ sulbactam 20/10/5 mg/mL	Aztreonam 40 mg/mL	Buprenorfina 0,02 mg/mL	Carboplatino 2,5 mg/mL
Cefazolina 10/20 mg/mL	Cefotaxima 14/20 mg/mL	Ceftazidima 14/20/40 mg/mL	Cefuroxima 15 mg/mL
Ciclofosfamida 5/10 mg/mL	Ciprofloxacino 0,5/1,8 mg/mL	Cisplatino 0,5 mg/mL	Citarabina 25 mg/mL 4 h
Clindamicina 5/10 mg/mL	Clorpromazina 1/2 mg/mL	Cloruro potásico 0,1 mEq/mL	Dexametasona 0,5/1 mg/mL
Desketoprofeno 0,45-0,48 mg/mL	Difenhidramina 1 mg/mL	Digoxina 0,25 mg/mL	Dobutamina 2/4 mg/mL
Enalapril 0,05 mg/mL	Fentanilo 0,0125- 0,05 mg/mL	Fluconazol 2 mg/mL	Furosemida 1,5-3 mg/mL
Gentamicina 5 mg/mL	Granisetron 0,05 mg/mL	Ifosfamida 25 mg/mL	Hidroxicina 1 mg/mL
Insulina 0,5 U/mL 4h	Imipenem	Isoprenalina 0,004 mg/mL	Leucovorina 1/2 mg/mL
Lidocaina 4 mg/mL	Manitol 15%	Magnesio	Meperidina 2/4 mg/mL
Meropenem 10/20 mg/mL	Mesna 5/10 mg/mL	Metamizol	Metilprednisolona 2,5/5 mg/mL
Metoclopramida 2,5/5 mg/mL	Metotrexato 7,5-15 mg/mL	Metronidazol 2,5/5 mg/mL	Miconazol

Continúa

Tabla 3. Listado de principios activos compatibles en «Y» tres en uno. (cont.)

Mitroxantona 0,5 mg/mL	Nitroglicerina 0,2/0,4 mg/mL	Noradrenalina 8 mg/L	Octreótido 5/15 mg/mL
Ofloxacino 2/4 mg/mL	Paclitaxel 0,6 mg/mL	Pantoprazol 0,4 mg/mL	Paracetamol 7 mg/mL
Penicilina G sódica 2,9/1,7 UI/mL	Piperacilina 40 mg/mL	Piperacilina/ tazobactam 40/5 mg/mL	Prometazina 1 mg/mL
Ranitidina 0,025-2,5 mg/mL	Sulfato magnésico 100 mg/mL	Tacrolimus 0,5/1 mg/mL	Ticarcilina 30 mg/mL
Timetropin/ sulfametoxazol 0,4-4 mg/mL	Tobramicina 2,5/20 mg/mL	Tramadol 1 mg/mL	Vancomicina 10 mg/mL
Zidovudina 2 mg/mL			

Tabla 4. Listado de principios activos incompatibles tres en uno

Acetazolamida	Ácido valproico	Amikacina
Aciclovir	Adrenalina	Albúmina
Amoxicilina	Aminofilina	Ampicilina
Anfotericina B	Atracurio	Bicarbonato sódico
Cafeína	Cefepima	Ceftriaxona
Ciclosporina A	Clonazepam	Cloranfenicol
Clorhidrato de dopamina	Diazepam	Dopamina
Doxiciclina	Doxorrubicina	Droperidol
Epoetina alfa	Eritromicina	Fenitoína
Fenobarbital	Fluoruracilo	Foscarnet
Fosfato sódico	Fosfato potásico	Etopósido
Ganciclovir	Haloperidol	Hidrocortisona sódica
Hidromorfina	Hierro III IV	Idarubicina
Indometacina	Isoniazida	Levofloxacino
Lorazepam	Micofenolato de mofetilo	Midazolam
Metidopamina	Minociclina	Morfina
Neostigmina	Nitroprusiato	Pantoprazol
Ondansetrón	Pamidronato	Penicilina G sódica
Pentobarbital	Propofol	Rifampicina
Salbutamol	Tetraciclina	Ticarclina-clavulánico
Uroquinasa	Vecuronio	

Almacenamiento y distribución

Durante la preparación, manipulación y posterior distribución hasta la infusión de la NP debe garantizarse la cadena de frío para evitar la rotura de la emulsión.

La luz es inductora de peróxidos; por tanto, es aconsejable en todo momento la protección lumínica de la bolsa durante su conservación y administración, así como líneas y sistemas de infusión.

Habitualmente se realiza un filtrado de las preparaciones de nutrición parenteral tanto en el proceso de preparación como administración, ya que previene la infusión de precipitados, partículas y gotas lipídicas de gran tamaño. En el caso de mezclas binarias o ternarias se recomiendan filtros de 1,22 micras.

PUNTOS PARA RECORDAR

- La seguridad de la fórmula se ve afectada por la estabilidad química, la compatibilidad con fármacos, y por el almacenamiento, distribución y administración de la misma.
- Si es posible la vía de nutrición parenteral, no debe ser usada para administrar fármacos a no ser que sea estrictamente necesario, y en ese caso se debe tener en cuenta la compatibilidad del fármaco.
- El farmacéutico debe determinar el tiempo de almacenamiento de la fórmula.

Bibliografía

- Boullata JI, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, Goday P, et al. ASPEN clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38(3):334-77.
- Green G, Kean P, editores. Guidelines for the administration of enteral and parenteral nutrition in paediatrics. 3.^a ed. Canada: SickKids; 2007.
- 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 for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *JPEN J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41(Suppl 2):S1-87.
- Manual de nutrición parenteral. Madrid: Subcomisión de Nutrición. Hospital Infantil La Paz; 2011.
- Trissel LA, Gilbert DL, Martinez JF, Baker MB, Walter WV, Mirtallo JM. Compatibility of medications with 3-in-1 parenteral nutrition admixtures. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1999;23(2):67-74.

Agustín de la Mano Hernández¹

Pedro Cortés Mora²

Ignacio Ros Arnal³

¹Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario del Henares. Coslada (Madrid).

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción

La monitorización previene las complicaciones y explora la viabilidad de la nutrición parenteral (NP). Es necesaria una continua evaluación del objetivo, el pronóstico y la condición clínica del paciente. La frecuencia de la monitorización depende de la edad, la enfermedad, el estrés metabólico y el estado nutricional al inicio de la NP (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Objetivos

-
- Normalización de los valores bioquímicos
 - Reducción de la morbimortalidad
 - Estabilización del peso
 - Reposición de la composición corporal (aumento de la masa celular)
 - Mejoría de la calidad de vida
-

Tabla 2. Parámetros a monitorizar

-
- Metabólicos
 - Hemodinámicos
 - Mecánicos
 - Nutricionales
-

Monitorización metabólica

1. Balance hídrico: diario al inicio de la nutrición y en fases de desequilibrio. Medidas de aportes y pérdidas (orina de 24 horas, heces, heridas, tubos de drenaje, etc.). Peso (diario).

Riesgo: sobrehidratación en fases de transición, administración de líquidos no registrada (medicación); deshidratación por aumento de requerimiento de líquidos (fiebre, diarrea, sobrecarga de solutos, etc.).

2. Electrolitos en sangre y orina: sobre todo al inicio de la NP, es posible que se requiera una monitorización diaria; una vez alcanzada la fase estable, frecuencia semanal al inicio, después mensual y, posteriormente, trimestral.

Riesgo: al inicio por síndrome de realimentación; aumento de pérdidas; enfermedad renal.

3. Equilibrio ácido-base: diario al inicio; posteriormente, mensual; finalmente, trimestral.

Riesgo: aporte de cloro y acetato en NP; pérdidas de bicarbonato vía renal o digestiva.

4. Minerales: los requerimientos se monitorizan con la determinación de calcio y fósforo en sangre y orina; magnesio en la sangre. En fases de inestabilidad metabólica, realizar calcio iónico.

5. Oligoelementos y vitaminas: no requiere monitorización en fase de inestabilidad (puede realizarse cada 6-12 meses). Las fórmulas no llevan hierro, por lo que debe monitorizarse hierro, transferrina y ferritina.

En caso de colestasis, controlar cobre y vitaminas (sobre todo las liposolubles: A, D, E) y protrombina.

Vitamina A: Cociente retinol sérico / proteína transportadora de retinol $\geq 0,8$

Vitamina D: 25-OH D > 20 ng/mL

Vitamina E: Cociente vitamina E / lípidos totales $\geq 0,6$ mg/g

Vitamina K: Tiempo de protrombina

Vitaminas hidrosolubles: B₁₂

6. Macronutrientes:

- a) Proteínas: nitrógeno en orina; urea en sangre, diario en fases de inestabilidad y, posteriormente, trimestral. Monitorizar la albúmina en fase de estrés cada semana y, posteriormente, trimestral. Prealbúmina al inicio y, después, trimestralmente.
 - b) Hidratos de carbono: monitorizar la glucosa diariamente (varias veces) hasta la estabilidad; en fase de retirada puede requerirse varias veces al día.
 - c) Lípidos: en fase de inestabilidad, triglicéridos y colesterol requieren monitorización semanal; posteriormente, monitorización trimestral.
7. Monitorización bioquímica y hematológica general: en fases inestables, control semanal de hemograma, perfil hepático, urea, creatinina; posteriormente, una determinación mensual y, en caso de NP domiciliaria (NPD), una determinación trimestral.

Monitorización hemodinámica

1. Frecuencia cardíaca, sobre todo al inicio.
2. Edemas en extremidades superiores (trombosis venosa) o en extremidades inferiores (sobrecarga hídrica).
3. Tensión arterial.

Monitorización mecánica

1. Situación de la punta del catéter: al inicio y cuando no se permita la infusión.
2. Zona de entrada: siempre que se cambie el apósito.

Monitorización nutricional

1. Valoración completa del estado nutricional (véase el capítulo 3, «Valoración nutricional») a la instauración de NP. Valoración mensual durante el ingreso. Valoración al alta en caso de NPD (posteriormente, valoración trimestral). *Objetivos*: estabilización del peso.
2. Peso (diario) durante el ingreso hospitalario. Tras la estabilización, peso incluido en la valoración nutricional trimestral en caso de NPD.
3. Bioimpedancia: Valoración del ángulo de fase y analítica del vector eléctrico con periodicidad diaria o muy frecuentemente en las fases de inestabilidad. Posteriormente, se incluirá en las valoraciones nutricionales trimestrales.
4. Calorimetría: al inicio, para hacer el programa de soporte nutricional individualizado. Para instaurar la fórmula de NP a largo plazo tras la estabilización del paciente, debe hacerse sin infusión y durante la infusión; así se evitará una elevada síntesis grasa durante el proceso.

Posteriormente, se realizará en cada valoración trimestral (tabla 3).

Tabla 3. Monitorización de nutrición parenteral pediátrica

Parámetro	Inicial	Diario* Inestable	Semanal Estable	Mes/trim (NPD)
Peso	√	√	√	√
Talla	√		√ ^(a)	√
PC (<2 años)	√		√ ^(a)	√/√
Composición corporal	√		√ ^(b)	√/√
Examen físico	√	√		

Continúa

Tabla 3. Monitorización de nutrición parenteral pediátrica. (cont.)

Parámetro	Inicial	Diario* Inestable	Semanal Estable	Mes/trim (NPD)
Balance hídrico	√	√		
Monitorización metabólica				
Na, K, Cl, Ca, P, Mg	√	√	√	√/√
Glucosa	√	√	√	√
BUN/Cr	√			√ ^(c)
Enzimas hepáticas	√			√ ^(c)
Tiempo de protrombina	√			√
Triglicéridos	√		√	√ ^(c)
Colesterol	√		√	√ ^(c)
Hemograma	√			√ ^(c)
Prealbúmina ^(d)	√			
Vitaminas ^(d)	√			
Balance nitrogenado		Cuando se necesite		
Calorimetría indirecta	√	Cuando se necesite		

* Durante la fase de inestabilidad. ^a Hasta el tercer mes. ^(b) BIA. ^(c) Mensual si esta ingresado y trimestral si no lo está. ^(d) Cada 6-12 m.

BIA: bioimpedancia; BUN: nitrógeno ureico en sangre; NPD: nutrición parenteral domiciliaria; PC: perímetro cefálico.

PUNTOS PARA RECORDAR

Es importante tener en cuenta los objetivos de una buena monitorización:

- Normalización de los valores bioquímicos
- Reducción de la morbimortalidad
- Estabilización del peso
- Reposición de la composición corporal (aumento de la masa celular)
- Mejoría de la calidad de vida

Bibliografía

- Chong PF, Paraidathathu T. Effects of a nutrition support team on clinical outcomes, metabolic complications and electrolyte abnormalities in patients receiving parenteral nutrition. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2013;22:548-56.
- Herranz Antolín S, Álvarez de Frutos V, Blasco Guerrero M, García Martínez MC, Gimenó Fernández MC. Soporte nutricional con nutrición parenteral. Evolución y complicaciones asociadas. *Endocrinol Nutr.* 2013;60:287-93.
- López Martínez J, Sánchez-Izquierdo Riera JA, Jiménez Jiménez FJ; Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE). Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient. Update. Consensus of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE): acute renal failure]. *Med Intensiva.* 2011;35 Suppl 1:22-7.
- Pichler J, Chomtho S, Fewtrell M, Macdonald S, Hill SM. Growth and bone health in pediatric intestinal failure patients receiving long-term parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2013;97:1260-9.
- Ubesie AC, Heubi JE, Kocoshis SA, Henderson CJ, Mezoff AG, Rao MB, et al. Vitamin D deficiency and low bone mineral density in pediatric and young adult intestinal failure. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2013;57:372-6.

Pedro Cortés Mora¹

María del Carmen Rivero de la Rosa²

Ana Moráis López³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

²Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

³Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.

Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

Introducción

Las nutrición parenteral (NP) está expuesta a diversas complicaciones, algunas de las cuales pueden ser graves (tabla 1), por lo que su prevención desempeña un papel crucial en el éxito de la NP a largo plazo.

La mayoría de las complicaciones se pueden minimizar mediante el diagnóstico precoz y un cuidadoso manejo de los catéteres, puesto que son estos los que acumulan la mayor parte de las complicaciones graves.

La enfermedad hepática y la afectación ósea son complicaciones inherentes a la NP y se abordarán de forma separada en el capítulo 13, «Complicaciones II». Aquí examinaremos las complicaciones mecánicas, metabólicas, infecciosas y psicosociales.

Tabla 1. Tipo de complicaciones

-
- Mecánicas
 - Metabólicas
 - Infecciosas
 - Psicosociales
-

Complicaciones mecánicas

Las complicaciones mecánicas pueden dividirse en precoces y tardías. Las primeras afectan al catéter por colocación anómala, desplazamiento, retirada accidental, rotura y oclusión. Algunas de estas complicaciones representan acontecimientos que amenazan la vida del paciente, y su aparición se hace evidente casi de inmediato o poco tiempo después de ser colocado aquel. Otros, como la formación de trombos, se producen durante un tiempo más largo y son precedidos por dificultad progresiva en la aspiración a través del catéter. Los niños experimentan mayores tasas de oclusión del catéter que los adultos: el 10% de los niños que reciben NP domiciliaria, entre un 13% y un 16% de los pacientes oncológicos y el 31% de los lactantes (tabla 2).

Tabla 2. Complicaciones mecánicas

Complicación	Causa	Clínica	Actuación
Inserción anómala o desplazamiento	Perforación pleural. Perforación cardíaca. Migración a peritoneo. Localización cardíaca.	Neumo/hemotórax (figs. 1 y 2) Hemopericardio Ascitis por NP (figs. 3, 4 y 5) Arritmia	Intentar recolocar, si falla la retirada el catéter.
Retirada accidental, rotura o perforación	Manipulación del catéter intencionada o fortuita. Caída o golpe.	Sangrado en el punto de inserción o presencia de solución parenteral sobre la piel.	Fijación adecuada. Proteger el dispositivo con apósito y ropa adecuada. Reparación del segmento dañado (kits específicos) si no es posible el recambio del catéter.

Continúa

Tabla 2. Complicaciones mecánicas. (cont.)

Complicación	Causa	Clínica	Actuación
Obstrucción extrínseca	Por compresión externa, catéter acodado o malposición.	Dificultad para aspirar o infundir.	Radiografía de tórax para descartar malposición. Corregir colocación mediante radiología intervencionista o retirarlo.
Obstrucción intrínseca trombótica	Formación de trombo o depósito de fibrina en la punta del catéter.	Dificultad para aspirar o infundir. Puede ocurrir en las primeras 48 h de la inserción.	<ul style="list-style-type: none"> • Factor activador del plasminógeno (alteplasa): 2 mg en 2 mL durante 30-60 min. • Uroquinasa y estreptoquinasa (segunda elección). • Prevención. Lavados con SSF tras cada uso y sellado con heparina de los catéteres de mayor riesgo.
Obstrucción intrínseca no trombótica	Precipitado en luz del catéter por cristalización de fármacos o depósito de lípidos.	Dificultad para aspirar o infundir.	<p>Prevención. Lavados con SSF tras cada uso.</p> <p>Vigilar las incompatibilidades de las preparaciones y los fármacos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precipitados minerales (fosfato-calcio) o fármacos que necesitan un ácido (vancomicina): instilar 0,2 -1 mL de HCl 0,1N 30-60 min. • Precipitados que precisan una solución alcalina (imipenem o fenitoína): instilar 1 mL de NaHCO₃ 1M 6 horas. • Fármacos con base oleosa: instilar 3 mL de etanol 70% 1-2 horas y después aspirar

Continúa

Tabla 2. Complicaciones mecánicas. (cont.)

Complicación	Causa	Clínica	Actuación
Trombosis venosa central	Daño crónico del endotelio vascular secundario a infecciones, desplazamientos del catéter o uso de soluciones hipertónicas.	Asintomática o dolor y edema en la extremidad afectada. Puede debutar como un tromboembolismo pulmonar fatal.	Prevención del daño endotelial mediante la inserción del catéter guiado por ecografía, la elección del menor calibre posible y la colocación de la punta en la unión de la cava con la aurícula derecha. La profilaxis diaria con HPBM subcutánea solo es recomendada en pacientes con NP prolongada y alto riesgo de trombosis.

HPBM: heparina de bajo peso molecular; HCl: ácido clorhídrico; NP: nutrición parenteral; SSF: suero salino fisiológico.



Figura 1. Neumotórax derecho en relación con la colocación de catéter central de inserción periférica. (Por cortesía del Dr. J. M. Lloreda García. Unidad de Neonatología del H. G. U. Santa Lucía, Cartagena, Murcia).



Figura 2. Escape de solución parenteral al espacio pleural por desplazamiento/malposición de catéter umbilical. (Por cortesía del Dr. J. L. Leante Castellanos. Unidad de Neonatología del H. G. U. Santa Lucía. Cartagena, Murcia).



Figura 3. Ascitis por desplazamiento de catéter femoral al peritoneo.



Figura 4. Paracentesis evacuadora de 300 mL de solución parenteral. (Por cortesía del Dr. J. M. Lloreda García. Unidad de Neonatología del H. G. U. Santa Lucía. Cartagena, Murcia).



Figura 5. Abdomen del paciente tras la evacuación de la ascitis por nutrición parenteral. (Por cortesía del Dr. J. M. Lloreda García. Unidad de Neonatología del H. G. U. Santa Lucía. Cartagena, Murcia).

Complicaciones metabólicas

Según la etiología, podemos encontrar tres tipos de complicaciones metabólicas (tabla 3).

Tabla 3. Tipos de complicaciones metabólicas

- Cambios metabólicos inducidos por la realimentación
- Exceso o déficit de nutrientes
- Presencia de tóxicos o contaminantes procedentes de los materiales para la preparación, vehiculización o conservación de la nutrición parenteral

Síndrome de realimentación

El síndrome de realimentación puede describirse como una cadena de complicaciones potencialmente graves causadas por alteraciones en el metabolismo hidroelectrolítico al inicio de la instauración del soporte nutricional. Ocurre en pacientes muy desnutridos o sometidos a inanición durante más de una semana. El hallazgo analítico principal es la hipofosfatemia, en ocasiones acompañada de hipomagnesemia e hipopotasemia. También pueden aparecer otras complicaciones metabólicas como la hiperglucemia y el déficit de vitamina B₁₂. Se debe sospechar en pacientes que en el inicio de la alimentación presentan síntomas de insuficiencia cardíaca, edemas y alteraciones neurológicas (tabla 4).

Tabla 4. Prevención y tratamiento del síndrome de realimentación

Prevención. Inicio de la alimentación	
Calorías	Iniciar la alimentación con el 50% de las calorías totales. Evitar exceder inicialmente el límite de 25 kcal/kg/día. A partir del tercer día, iniciar el aumento progresivo del aporte calórico.
Líquidos y sodio	Restricción inicial de líquidos y sodio por riesgo de sobrecarga cardíaca. Ajustar la restricción a las pérdidas insensibles. Balance hídrico diario.
Potasio, fósforo y magnesio	Monitorizar los niveles cada 12 o 24 h según el riesgo de síndrome. Aportes iniciales diarios de K: 2-4 mEq/kg; P: 10-25 mg/kg; Mg: 5 mg/kg.
Glucosa	Iniciar la alimentación con aportes bajos de glucosa, ~2-3 g/kg/día o a un ritmo similar a la tasa de producción endógena. Monitorizar niveles varias veces al día.
Proteínas y grasas	No es necesario restringir su aporte.

Continúa

Tabla 4. Prevención y tratamiento del síndrome de realimentación. (cont.)

Tratamiento del síndrome de realimentación	
<p>Hipofosfatemia</p> <p>Valores de normalidad:</p> <p>RNPT: 5,8-9,3 mg/dL</p> <p>RNT: 4,2-9 mg/dL</p> <p>Niños: 4,5-6,5 mg/dL</p> <p>1 mmol = 2 mEq = 31 mg</p>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Leve-moderada</i>: P: 1-2,5 mg/dL sin síntomas respiratorios ni neurológicos. Tratamiento:<ul style="list-style-type: none">– Menores de 1 año: 50-250 mg de fósforo cada 6-8 horas, vía oral.– Mayores de 1 año: 250-500 mg de fósforo cada 6-8 horas, vía oral.• <i>Grave</i>: P < 1 mg/dL junto con síntomas respiratorios o neurológicos. Tratamiento:<ul style="list-style-type: none">– Fosfato monosódico i.v. diluido en SG 5% a ritmo 0,4-1,2 mg/k/hora hasta alcanzar P sérico de 2 mg/dL. Monitorizar calcio iónico.
<p>Hipopotasemia</p>	<p>Aumentar aportes de potasio en la NP; en algunos casos pueden llegar a necesitarse hasta 4 mEq/kg/día.</p>
<p>Hipomagnesemia</p> <p>Valores de normalidad:</p> <p>Niños: 1,6-2,6 mg/dL</p> <p>1 mmol = 2 mEq = 25 mg</p>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Leve</i>: 1-1,4 mg/dL sin síntomas neurológicos.<ul style="list-style-type: none">– Sulfato de Mg: 10-20 mg/k/día repartidos cada 6 horas (oral o i.v.)• <i>Grave</i>: <1 mg/dL junto con síntomas neurológicos (coma, confusión, convulsiones, tetania, parestesias).<ul style="list-style-type: none">– Sulfato de Mg: 25-50 mg/kg/dosis en 30-60 min (i.m. o i.v.) y repetir cada 6-8 h (máx.: 2 g/dosis).
<p>Alteraciones neurológicas</p>	<p>Ante la sospecha de déficit de vitamina B₁, se iniciará tratamiento con 200-300 mg de tiamina oral durante 10 días.</p>

NP: nutrición parenteral; RNT: recién nacido a término; RNPT: recién nacido pretérmino; SG: suero glucosado.

Exceso o déficit de macro- o de micronutrientes

La complicación metabólica más frecuente asociada a NP es la hiper- o hipohidratación. El exceso de aporte hídrico ocurre normalmente en la instauración de la NP en pacientes ingresados. Estos pacientes reciben líquidos por distintas vías que se deben tener en cuenta a la hora de calcular los aportes (antibióticos, líquidos por sonda nasogástrica, lavados de los sistemas, sueroterapia de base, etc.). El exceso de líquidos puede producir edemas y alteraciones electrolíticas. Por el contrario, los déficits en el aporte hídrico suelen estar causados por alteraciones que aumentan los requerimientos de líquidos, como fiebre, poliuria, pérdidas por estomas o diarrea, no compensadas de forma adecuada.

La tabla 5 recoge las complicaciones más frecuentes por exceso o defecto de nutrientes, las causas principales y la actuación recomendada para solucionarla.

Tabla 5. Complicaciones metabólicas por exceso o defecto de nutrientes

Complicación	Causas	Actuación
Hiperglucemia	Aporte excesivo de glucosa en ritmo o en concentración. Tratamiento corticoideo. Sepsis o insuficiencia insulínica.	Reducir la velocidad o la concentración de glucosa. Descartar sepsis. Insulinización si fuera precisa.
Hipoglucemia	Interrupción brusca del aporte de dosis altas de glucosa.	Reiniciar aportes de glucosa. Vigilar posibles convulsiones.
Hipofosfatemia	Aporte inadecuado de fósforo. SR (exceso aporte de glucosa). Pérdidas por diarrea.	Incrementar aportes de fósforo en la NP. Comprobar la compatibilidad del fósforo en la solución.

Continúa

Tabla 5. Complicaciones metabólicas por exceso o defecto de nutrientes. (cont.)

Complicación	Causas	Actuación
Hiperfosfatemia	Insuficiencia renal.	Rebajar los aportes de fósforo en la NP. No formular NP exentas de fósforo.
Hipocalcemia	Aportes insuficientes. SR.	Incrementar los aportes de calcio. Comprobar la compatibilidad del calcio en la solución.
Hipomagnesemia	Aportes insuficientes. SR. Pérdidas a nivel digestivo o renal.	Aumentar los aportes de magnesio. Monitorizar los niveles.
Hipocalcemia	Aportes insuficientes. SR.	Incrementar los aportes de potasio. En algunos casos se puede llegar a necesitar hasta 4 mEq/kg/día.
Hiponatremia	Aportes insuficientes. Exceso de líquidos. Pérdidas a nivel digestivo o renal.	Reevaluar/limitar las entradas inadvertidas de líquidos (medicación, lavados, suero, enteral) Aumentar los aportes de sodio. Medir excreción renal de sodio. Instaurar balance hídrico.
Déficit de ácidos grasos esenciales	Uso de soluciones parenterales sin grasas.	Aporte de ácidos grasos esenciales según necesidades.
Hipertrigliceridemia	Exceso de infusión lipídica o glucosa. Presencia de sepsis o inflamación aguda.	Rebajar el aporte de lípidos. Suspender su aporte. Cambio de emulsión lipídica. Revisar el aporte de glucosa.

Continúa

Tabla 5. Complicaciones metabólicas por exceso o defecto de nutrientes. (cont.)

Complicación	Causas	Actuación
Hipovitaminosis	Déficit de aporte o aumento de los requerimientos.	Añadir vitaminas a la solución parenteral. Monitorizar los niveles séricos.
Deficiencia de elementos traza (zinc, cobre, etc.)	Déficit de aporte o aumento de las pérdidas cutáneas o digestivas.	Suplementar la NP con elementos traza. Monitorizar los niveles séricos.

NP: nutrición parenteral; SR: síndrome de realimentación.

Tóxicos presentes en la nutrición parenteral

Los ftalatos son sustancias plastificantes que, incorporadas al policloruro de vinilo (PVC), confieren a este mayor flexibilidad, maleabilidad y transparencia. Existen unos 25 tipos diferentes de ésteres de ftalatos, pero el di-etilhexil-ftalato (DEHP) es el más utilizado como plastificante. La mayoría de los útiles sanitarios de PVC contienen entre un 20% y un 40% de su peso en DEHP. Entre estos productos se encuentran las bolsas de hemoderivados, bolsas de NP, sistemas de infusión y sondas. Las dos rutas más importantes de absorción son la vía digestiva y la endovenosa.

Existe una creciente preocupación, sobre todo en recién nacidos y en niños afectados de patologías crónicas expuestos a estas sustancias durante largos períodos. Se piensa que la población infantil, por sus características propias, es especialmente vulnerable a este tipo de tóxicos. La Comisión Europea prolongó la validez de la Decisión 1998/815/CE sobre medidas relativas a la prohibición de la comercialización de ftalatos en cosméticos, juguetes y artículos de puericultura. Cuando sea posible, se optará por material libre de DEHP en los pacientes pediátricos con NP prolongada.

Complicaciones infecciosas

Las complicaciones infecciosas relacionadas con el catéter se encuentran entre las más frecuentes y graves en niños con NP, frecuencia y gravedad que son inversamente proporcionales a la edad. La presencia de infecciones locales o generales (sepsis) condiciona el pronóstico y la evolución del paciente, y su número está estrechamente asociado al riesgo de pérdida de vías, trombosis venosa central y enfermedad hepática (tabla 6).

Tabla 6. Medidas para la disminución del riesgo de infección del catéter (nivel de evidencia B)

- Uso de catéteres tunelizados (eficacia a largo plazo)
- Sellado antibiótico de los catéteres (eficaz solo a corto plazo)
- Uso de catéteres de una sola luz
- Uso de catéteres de acceso periférico cuando sea posible
- Colocación del catéter bajo control ecográfico
- Observación de medidas estrictas de asepsia durante la colocación
- Adecuada formación y entrenamiento específico del personal sanitario
- Uso de clorhexidina al 2% como antiséptico para la piel
- Recambio regular de los dispositivos de administración/infusión
- Desinfección del reservorio, llaves de paso y conectores
- Colocación apropiada del apósito en la zona de salida

Las infecciones relacionadas con el catéter pueden ser locales o generales: las primeras se presentan con dolor, eritema o salida de material purulento en la zona de inserción; en las segundas, el síntoma que predomina es la fiebre (durante la infusión), y en ocasiones se pueden complicar con endocarditis, osteomielitis o abscesos.

El origen de la infección suele ser una bacteria procedente de la piel que contamina el catéter, atraviesa el orificio de inserción y alcanza la vena o coloniza el reservorio durante las manipulaciones. Otros posibles orígenes menos frecuentes son la diseminación hematógena de un foco infeccioso a

distancia o la contaminación de la solución parenteral. Por este motivo, los gérmenes que se relacionan con más frecuencia con este tipo de infecciones proceden de la piel o de las manos de los manipuladores (*Staphylococcus epidermidis* y *aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* y *Candida albicans*), por lo que es de vital importancia ser escrupulosos en la técnica aséptica de manipulación del catéter con lavado de manos y uso de guantes estériles (tabla 7).

Tabla 7. Manejo de las complicaciones infecciosas

-
- Sospecha de infección: fiebre ($>38^{\circ}$) sin otra causa u origen:
 - Extraer hemocultivos de punción venosa y catéter.
 - Iniciar tratamiento antibiótico intravenoso empírico para gramnegativos y cocos grampositivos.
 - Cambiar antibiótico según el resultado del cultivo. Mantener antibioterapia entre 1 y 3 semanas.
 - Las infecciones locales que afectan al trayecto tunelizado son difíciles de eliminar.
 - Sellado con solución de taurolidina como profilaxis en caso de infecciones de repetición.
 - El cultivo rutinario de catéter no está indicado. Realizarlo si hay sospechas de infección
-

Ante un niño portador de un catéter central con fiebre ($>38^{\circ}$) sin otra causa de infección, se deben extraer hemocultivos tanto de catéter como de punción venosa periférica e iniciar tratamiento antibiótico intravenoso empírico con cobertura para gramnegativos y cocos grampositivos. Cuando el crecimiento del hemocultivo procedente del catéter antecede en más de dos horas al crecimiento del extraído por punción venosa, podemos sospechar que el catéter es el origen de la infección. Una vez recibido el antibiograma, se modificará el tratamiento en función del germen y su sensibilidad. La terapia antibiótica se mantendrá entre 1 y 3 semanas o el sellado antibiótico del catéter durante una semana. Las infecciones asociadas al catéter pueden ser erradicadas con el antibiótico adecuado; sin embargo, las infecciones locales que afectan al trayecto tunelizado del catéter son más difíciles de eliminar y

suelen requerir su retirada. Por regla general, si el cultivo demuestra la presencia de hongos, si la fiebre o el estado séptico persisten más de 48 horas después de iniciado el antibiótico o si existen bacteriemias recurrentes, se indica la retirada del catéter (tabla 8).

Tabla 8. Indicación de retirada de catéter

- Infección por hongos
- Persistencia del estado séptico más de 48 h
- Bacteriemias recurrentes
- Infección del túnel del catéter

En los catéteres de larga duración, la terapia de sellado con antibiótico (*antibiotic lock therapy*) puede evitar su retirada. Se suelen emplear 2 o 3 mL de una mezcla de amikacina (1-3 mg/mL) y vancomicina (1-2 mg/mL), que se deja en la luz del catéter en reposo junto con antibioterapia sistémica por otra vía durante dos o tres días. Pasado este tiempo, se reanuda el uso del catéter sellado. Si no reaparecen signos de infección, se mantiene el sellado y el tratamiento antibiótico sistémico durante dos semanas.

Complicaciones psicosociales

Los pacientes que forman parte de los programas de NP domiciliaria recorren un difícil camino de hospitalizaciones, reagudizaciones, intervenciones e infecciones. Suelen recibir un trato de sobreprotección por sus padres que interfiere en algunos casos con el desarrollo normal del niño. La dependencia prolongada de la NP domiciliaria puede tener repercusiones a nivel psicosocial para el paciente y para su entorno familiar.

Dentro de lo posible, se deben limitar las estancias hospitalarias, fomentar la autonomía del niño, y procurar la reanudación de su actividad escolar y lúdica al lado de sus compañeros. En determinados casos, puede ser necesario el apoyo o la valoración del equipo de psicología infantil.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Realizar siempre control radiológico tras la colocación de un catéter central y ante cualquier signo o síntoma de mal funcionamiento.
- Prevenir el síndrome de realimentación iniciando los aportes progresivamente y monitorizando los niveles de fósforo.
- Las complicaciones infecciosas son frecuentes y están asociadas a la pérdida de vías, trombosis venosas y necesidad de retirada del catéter.

Bibliografía

- García JA, Ferris J, Molini N, López JA, García J, Cánovas CA, et al. Hospital sostenible (parte I). Exposición pediátrica a cloruro de polivinilo y ftalatos. Medidas preventivas. *Rev Esp Pediatr.* 2002;251-66.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. 1. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005;41(Suppl 2):S1-S4.
- Martínez Núñez ME, Hernández Muniesa B. Prevención del síndrome de realimentación. *Nutr Hosp.* 2010;25(6):1045-8.
- Menéndez Suso JJ, Alados Arboledas FJ, De la Oliva Senovilla P. Deshidratación. Trastornos hidroelectrolíticos y del equilibrio ácido-base. Fluidoterapia. En: Guerrero Fernández J, Ruiz Domínguez JA, Menéndez Suso JJ, Barrios Tascón A, editores. *Manual de diagnóstico y terapéutica en pediatría*, 5.ª ed. Madrid: Publimed; 2010. p. 115-45.
- Saunders J, Naghibi M, Leach Z, Parsons C, King A, Smith T, et al. Taurolidine locks significantly reduce the incidence of catheter-related blood stream infections in high-risk patients on home parenteral nutrition. *Eur J Clin Nutr.* 2015;69(2):282-4.

Agustín de la Mano Hernández¹

José Antonio Blanca García²

Miriam Herrero Álvarez³

¹Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario del Henares. Coslada (Madrid).

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

³Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario Rey Juan Carlos. Madrid.

Introducción

El grado de afectación hepática y ósea asociado a nutrición parenteral (NP) está relacionado con su duración y va a condicionar la calidad de vida de estos pacientes.

Complicaciones hepáticas

La afectación hepática asociada a nutrición parenteral (PNALD) es la denominación que actualmente se utiliza para designar el deterioro que sufre el hígado de un paciente que recibe NP (tablas 1-3). Sus causas y su patogenia no están todavía claramente dilucidadas.

Tipos de alteraciones hepatobiliares

1. **Colestasis.** La colestasis es el hallazgo predominante en pacientes con PNALD en edad pediátrica. Los niveles elevados de gamma-glutamil-transferasa representan el test con mayor sensibilidad (89,5%), aunque con pobre especificidad (61,9%). Su elevación tiene lugar a partir de la segunda semana, seguida posteriormente de la fosfatasa alcalina, los ácidos biliares y la bilirrubina. (La elevación de transaminasas es más tardía).

Tabla 1. Factores de riesgo en la afectación hepática asociada a nutrición parenteral

- *NP*: prolongada o indefinida: existe una relación significativa entre la severidad de la colestasis y de los cambios histológicos con la duración de la NP.
- *Sepsis*: las sepsis bacterianas, fundamentalmente por gramnegativos, causan alteración de la función hepática en prematuros.
- *Hipoalbuminemia*: existe una relación significativa entre bajos niveles de albúmina al inicio del tratamiento con NP y el desarrollo de colestasis.
- *Prematuridad y bajo peso*: la inmadurez hepática, una menor síntesis de ácidos biliares, la circulación enterohepática o una capacidad de sulfuración menor pueden ser factores añadidos en la patología hepática del prematuro.

NP: nutrición parenteral.

Tabla 2. Mecanismos que influyen en la afectación hepática asociada a nutrición parenteral

1. Aporte calórico aumentado: produce estimulación de la lipogénesis, y aparece esteatosis hepática por alteración en la movilización lipídica.
2. Componentes de la solución de NP: altas concentraciones de proteínas se relacionan con aparición temprana de colestasis. Concentraciones altas o infusiones rápidas de lípidos o hidratos de carbono producen depósito de triglicéridos, colesterol y fosfolípidos a nivel hepático.
3. Déficit de estimulación nutricional a nivel de la luz intestinal: produce hipoplasia de vellosidades y descenso de producción hormonal (colecistoquinina, secretina, gastrina y glucagón).
4. Sepsis: factor de riesgo, pero también mecanismo que influye en la PNALD.
5. Déficits nutricionales: taurina, colina, carnitina; se han encontrado niveles indetectables de taurina sérica en neonatos con disfunción hepática severa.
6. La adición de colina a la solución de NP en forma de lecitina se asocia a mejoría de la esteatosis. Los niveles plasmáticos de carnitina en estos pacientes están disminuidos.
7. Fitoesteroles: presentes en pequeñas cantidades en las soluciones de NP, acumulanse a nivel plasmático, hepático y vía biliar.
8. Manganeseo: puede acumularse en el hígado de forma tóxica al disminuir su excreción por la vía biliar en aquellos pacientes con colestasis.
9. Factores hormonales: pueden influir en la esteatosis asociada a NP.

NP: nutrición parenteral; PNALD: afectación hepática asociada a nutrición parenteral.

Tabla 3. Mecanismos de prevención de la afectación hepática asociada a nutrición parenteral

- Uso precoz de la nutrición enteral.
- Protección de la solución de nutrición parenteral ante la luz.
- Administrar un aporte correcto de nutrientes, fundamentalmente en relación con los lípidos, estableciéndose un nivel de seguridad, con valores no superiores a 2,5-3 g/kg/día, siendo necesario el descenso a 1 g/kg/día en el caso de que aparezca la afectación.
- Suplementación con taurina y colina.

2. **Esteatosis.** La infiltración grasa es la afectación hepática más frecuente en pacientes adultos con NP. Esta esteatohepatitis podría progresar a esteatonecrosis y a fibrosis.
3. **Fibrosis.** Determinados estudios demuestran la aparición de tractos fibrosos en biopsias hepáticas incluso en pacientes con NP total de corta duración (<2 años). A diferencia de la colestasis o, incluso, la esteatosis, que pueden revertir total o parcialmente, la fibrosis se mantiene estable o en progresión.

Tratamiento de la afectación hepática asociada a nutrición parenteral

- **Ácido ursodeoxicólico (UDCA).** Su acción sería a nivel del flujo biliar y como inmunomodulador del hepatocito. Se objetiva un descenso de enzimas hepáticas y bilirrubina a partir de la primera o segunda semana de iniciada la terapia.
- **Antibióticos.** El metronidazol (10-14 días) actúa sobre el sobrecrecimiento bacteriano previniendo sepsis aunque no se recomienda un tratamiento antibiótico como profilaxis de la PNALD.

- **Lecitina.** La administración oral de lecitina produce descenso del acúmulo lipídico a nivel hepático.
- Técnicas de **rehabilitación intestinal** para acortar tiempos de NP.

Complicaciones óseas. Enfermedad ósea metabólica asociada a nutrición parenteral

La enfermedad ósea metabólica asociada al uso prolongado de nutrición parenteral, o PNMBD (*parenteral nutrition-associated metabolic bone disease*), fue descrita por primera vez en la década de 1980 a raíz de un grupo de pacientes con soporte nutricional parenteral de larga duración que manifestaban dolores óseos además de hipercalciuria y elevación de la fosfatasa alcalina sérica.

La adecuada salud del hueso está favorecida por un sistema de remodelación continua. Los osteoclastos destruyen hueso antiguo para que los osteoblastos, sobre una matriz proteica, el osteoide, la mineralicen y formen nuevo hueso. Este mecanismo de remodelación tiene lugar, predominantemente, en la superficie del hueso, y son los huesos esponjosos (vértebras, pelvis) los que mayor composición de él tienen. Cualquier alteración en este mecanismo va a conducir a un desequilibrio entre la formación y destrucción ósea, y a favorecer fracturas patológicas.

El fenómeno de remodelación está modulado por múltiples estímulos tales como: niveles de calcio, fósforo y magnesio en sangre, calcitonina, hormona paratiroidea (PTH), cortisol, vitamina D, estrógenos, andrógenos, hormonas tiroideas y factores de crecimiento.

La nutrición parenteral prolongada (tabla 4) puede contribuir a que ese equilibrio se rompa ocasionando la denominada *enfermedad del metabolismo óseo asociada a NP*. Y puede contribuir a ello bien por efecto directo de la NP sobre el metabolismo fosfocálcico, o por contaminación de la fórmula por iones pesados (aluminio). Igualmente, la patología de base del paciente puede provocar déficit de micronutrientes y vitaminas o precisar medicación que altere dicho equilibrio.

Tabla 4. Conceptos básicos de la afectación ósea

Enfermedad metabólica ósea. Proceso patológico que se diagnostica ante la presencia radiológica de fracturas (atraumáticas).

Osteoporosis. Osteopatía que se diagnostica midiendo la densidad mineral ósea mediante técnicas de absorciometría (densitometría ósea). Un *T-score* entre -1 y $-2,5$ SD es indicativo de osteopenia, mientras que un *T-score* por debajo de $-2,5$ SD lo es de osteoporosis.

Raquitismo. Alteración en la formación y remodelación del hueso que causa deformidades óseas como consecuencia de una alteración en el metabolismo.

Osteomalacia. Proceso similar a del raquitismo aplicado al adulto. Implica la realización de una biopsia ósea después de un doble marcado con tetraciclina.

Nutrición parenteral y enfermedad ósea metabólica

Como hemos avanzado previamente, no se conocen de manera precisa los mecanismos causantes de la enfermedad ósea metabólica asociada a NP, pero sí sabemos que el factor individual más importante que contribuye a la enfermedad ósea metabólica es el balance negativo de calcio.

La tabla 5 muestra el efecto que producen ciertos elementos que son utilizados en la formulación de la NP sobre el metabolismo cálcico y óseo.

Ciertos estudios demuestran que la administración de calcio intravenoso induce una mayor pérdida de calcio a través del riñón probablemente en relación con una alteración en la regulación de la PTH o con una malfunción del túbulo renal. Sin embargo, se ha visto que dichas alteraciones van siendo progresivamente compensadas, ya que en nutriciones parenterales prolongadas dicha excreción urinaria de calcio disminuye. Dicha hipercalcinuria va a ir acompañada de una hiperfosfatemia, con la consecuente depleción de ambos electrolitos a nivel corporal; por tanto, el aporte de ambos iones es fundamental para evitar las pérdidas de dichos elementos. Sin embargo, hay que prestar atención ya que un aporte elevado tanto de fósforo como de calcio en la fórmula conlleva el riesgo de que dichos iones precipiten y provoquen efectos adversos.

Tabla 5. Efecto de los elementos de la fórmula en el metabolismo fosfocálcico

Nutriente	Efecto sobre la excreción urinaria de calcio	Nutriente	Efecto sobre el metabolismo óseo
Aminoácidos	Lo incrementa	Vitamina D	Variable
Dextrosa	Lo incrementa	Aluminio	Mineralización defectuosa
Sodio	Lo incrementa	Magnesio	Variable (mediada por PTH)
Calcio	Lo incrementa	Acetato	Relacionado con vitamina D
Fósforo	Lo incrementa	—	—

Fuente: Hamilton y Seidner (2004). PTH: hormona paratiroidea.

El aporte excesivo de aminoácidos también induce hipercalciuria, así como la acidosis metabólica, el exceso de dextrosa y el ciclado de la parenteral. Por todo ello, se debe realizar un ajuste individualizado en el aporte de proteínas, acetato y dextrosa evitando sobrepasar los rangos aconsejados, y, en caso de no ser posible, valorar una mayor suplementación de calcio.

Con respecto a la vitamina D, existen datos contradictorios, ya que en ciertos adultos informan de que la retirada de esta vitamina mejora los síntomas de los pacientes e incrementa el contenido mineral óseo. Sin embargo, otros demostraban problemas de salud ósea a largo plazo cuando se llevaba a cabo dicha medida. En la edad pediátrica la vitamina D es esencial para un hueso en desarrollo y crecimiento; por ello, no existe ninguna recomendación de que la vitamina D deba ser retirada de la NP.

Otro elemento clave es el aporte de aluminio. Desde la retirada de los hidrolizados de caseína como fuente proteica, el riesgo de toxicidad por el aluminio que contaminaba la solución de nutrición parenteral ha descendido drásticamente. Sin embargo, existe aún contaminación de otros elementos usados en la fórmula. Desde 2004 se ha establecido la recomendación de que ninguna NP debe contener más de 25 µg/L de aluminio.

El magnesio, por su parte, va a regular el metabolismo óseo de manera indirecta a través de la excreción de PTH que tendrá un efecto directo sobre el hueso y el riñón para mantener una adecuada homeostasis cálcica.

Como se ha enumerado previamente, todos estos factores van a ser dependientes de la NP propiamente dicha, pero no hay que olvidar que existen factores o situaciones del huésped que pueden precipitar también una alteración del balance de calcio que favorecerá el desarrollo de la enfermedad ósea metabólica. Así, por ejemplo, ciertas enfermedades malignas, endocrinológicas, digestivas, pancreáticas, hepáticas o renales; algunos de los fármacos o tratamientos para dichas patologías o para otras (esteroides, diuréticos, quimiorradioterapia, anticonvulsivos, etc.); o ciertas situaciones, como el encamamiento prolongado, la prematuridad, la escasez de exposición a la luz solar o pérdidas aumentadas por ostomías, pueden incrementar el riesgo de enfermedad ósea metabólica si en dicho paciente concurre el uso de NP.

La etiología de esta complicación es múltiple, y se hace necesario hacer recomendaciones para prevenir la enfermedad ósea (tabla 6).

Tabla 6. Recomendaciones para la prevención y manejo de la enfermedad ósea metabólica asociada al uso prolongado de nutrición parenteral

- Adecuar las necesidades de calcio, fosfato, magnesio y acetato en función de las necesidades del paciente.
- Monitorizar los niveles de dichos iones periódicamente en sangre al menos mensualmente.
- Monitorizar los niveles de vitamina D.
- Monitorizar el calcio en orina de 24 horas al menos cada 6-12 meses.
- Revisar la medicación que el paciente se encuentre tomando y, en los casos en los que se conozca que puede provocar efectos nocivos a nivel óseo, interrumpirla o reducirla siempre que sea posible.
- Reducir el aporte de aminoácidos al mínimo necesario una vez que el estado nutricional lo permita.
- Realizar *screening* de osteoporosis con densitometría ósea cada 1-2 años.
- Promover el ejercicio físico.

PUNTOS PARA RECORDAR

Complicación hepática

- La enfermedad hepática es una complicación asociada a pacientes sometidos a nutrición parenteral (NP) prolongada.
- La colestasis es la complicación más frecuente en pediatría.
- Los factores de riesgo son el tiempo de duración de NP, los episodios de sepsis y la prematuridad. El factor más importante en la etiología es la composición de la fórmula de NP.
- El ácido ursodeoxicólico se utiliza para mejorar el flujo biliar.

Complicación ósea

- Aunque la etiología es múltiple, el factor más importante es la alteración del metabolismo fosfocálcico.
- Monitorizar niveles calcio-fósforo y vitaminas liposolubles.
- Densitometría ósea cada 1-2 años.
- Promover el ejercicio físico.

Bibliografía

- Acca M, Ragno A, Francucci CM, D'Erasmus E. Metabolic bone diseases during long-term total parenteral nutrition. *J Endocrinol Invest.* 2007;30(6 Suppl):54-5.
- Hamilton C, Seidner DL. Metabolic bone disease and parenteral nutrition. *Curr Gastroenterol Rep.* 2004;6(4):335-41.
- Hernández-Sánchez A, Tejada-González P, Arteta-Jiménez M. Aluminium in parenteral nutrition: a systematic review. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(3):230-8.
- Klein GL, Targoff CM, Ament ME, Sherrard DJ, Bluestone R, Young JH, et al. Bone disease associated with total parenteral nutrition. *Lancet.* 1980;2:1041-4.
- Kwan V, George J. Liver disease due to parenteral and enteral nutrition. *Clin Liver Dis.* 2004;8:893-913.
- Moreno Villares JM. Complicaciones hepáticas asociadas al uso de nutrición parenteral. *Nutr Hosp.* 2008;23(Supl 2):25-33.

- Peyret B, Collardeau S, Touzet S, Loras-Duclaux I, Yantren H, Michalski MC, et al. Prevalence of liver complications in children receiving long-term parenteral nutrition. *Eur J Clin Nutr.* 2011;65(6):743-9.
- Sigalet D, Boctor D, Robertson M, Lam V, Brindle M, Sarkhosh K, et al. Improved outcomes in paediatric intestinal failure with aggressive prevention of liver disease. *Eur J Pediatr Surg.* 2009;19:348-53.
- World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva, Switzerland: WHO Report Series 843; 1994.

Rafael Galera Martínez¹

Encarnación López Ruzafa¹

Ana Moráis López²

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

²Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas. Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

Introducción

Debido a que la nutrición parenteral (NP) es un tratamiento no exento de complicaciones (infecciosas, metabólicas, hepáticas y óseas), la retirada de la NP y su sustitución progresiva por otra modalidad de nutrición tan pronto como sea posible deben ser un objetivo fundamental del soporte nutricional. Sin embargo, el momento más apropiado y el método seguido para la retirada de la NP son temas controvertidos, y se observa una gran variedad en los protocolos seguidos entre diferentes centros.

Conceptos

Período o alimentación transicional (*transitional feeding*): intervalo de tiempo en que se combinan dos modalidades de nutrición (por ejemplo, NP y nutrición enteral [NE] o nutrición oral) con el objetivo final de sustituir una modalidad de nutrición por otra sin repercusión sobre el estado nutricional. El solapamiento entre dos modalidades permite al paciente adaptarse de forma progresiva a la nueva modalidad al tiempo que se mantienen cubiertos todos sus requerimientos.

Ciclado de la NP: infusión de la NP en un período inferior a 24 horas. Este ciclado es obligado si la NP debe ser prolongada.

Factores para considerar

Los principales factores que deben considerarse son la afectación del tracto gastrointestinal (TGI), la edad del paciente y la patología de base.

La patología de base y su repercusión sobre la función gastrointestinal nos permiten, a su vez, distinguir dos grandes grupos de pacientes:

1. Pacientes con patología primaria TGI. Dentro de este grupo se incluyen:
 - a) Patologías que no responden al reposo intestinal ni a ningún fármaco, y que precisarán, por tanto, NP con carácter definitivo hasta que se realice trasplante intestinal (por ejemplo, displasia epitelial intestinal o enfermedad por inclusiones microvellositarias). En estos pacientes, el objetivo será el ciclado de la NP para disminuir su morbilidad. Deben mantenerse unos mínimos aportes enterales (NE trófica).
 - b) Pacientes con patología primaria del TGI y fracaso intestinal, en los que existe posibilidad de adaptación intestinal (por ejemplo, síndrome del intestino corto). Estos pacientes precisarán NP durante fases prolongadas y el período de transición será largo, con una reintroducción progresiva de NE de acuerdo con su enfermedad de base.
2. Pacientes con patologías que precisan períodos cortos de NP, bien por un aumento de los requerimientos que no se pueden cubrir por vía enteral (grandes quemados, trasplante de médula ósea, politraumatismos con fallo multiorgánico), o que sufren un episodio agudo de fallo intestinal pero con función intestinal previa normal (cirugía mayor, pancreatitis aguda grave o ciclos de quimioterapia). En estas patologías, el período de transición será más corto, con una reintroducción más rápida de la alimentación enteral u oral.

Principios generales

1. La reducción del aporte parenteral debe intentarse tan pronto como el paciente alcance una situación de estabilidad.

2. Siempre que sea posible, debe iniciarse una NE trófica para prevenir la atrofia intestinal, mantener la circulación enterohepática, favorecer la adaptación y reducir el riesgo de la enfermedad hepática asociada a NP.
3. Los cambios deben hacerse de forma progresiva para poder evaluar adecuadamente la tolerancia, sobre todo en situaciones de fallo intestinal.
4. La combinación de NP y NE debe cubrir los requerimientos del niño durante todo el período transicional.
5. La NP de larga duración siempre debe ciclarse. El ciclado ofrece ventajas tanto desde el punto de vista fisiológico (disminuye la hiperinsulinemia sostenida, que se relaciona con esteatosis hepática, incremento de la lipogénesis, inhibición de la liberación de ácidos grasos libres y deficiencia de ácidos grasos esenciales) como desde el punto de vista psicológico (mayor autonomía y libertad de movimientos).
6. El acceso venoso central debe mantenerse durante todo el período de transición, hasta que pueda cubrirse el 100% de los requerimientos del niño por vía enteral. En NP de larga duración, tras la retirada se aconseja mantener el acceso venoso durante tres meses.

Cómo realizar la transición

1. El primer paso será introducir pequeños volúmenes a modo de NE trófica mediante bomba de infusión.
2. Tan pronto como este aporte sea tolerado, se debe intentar aumentar el volumen administrado. En niños con fallo intestinal, este incremento debe ser gradual, con incrementos de 1 mL/kg cada 24 horas. En caso de intolerancia al aumento de volumen enteral, se dará un paso atrás para posteriormente intentar de nuevo aumentos más lentos.
3. Si hay tolerancia digestiva, se reduce el aporte de NP. El volumen de reducción debe ser semejante al tolerado para que la combinación de NP y NE cubra los requerimientos de líquidos, energía, macronutrientes y micronutrientes.
4. El tipo de fórmula enteral utilizada depende, sobre todo, de la función del TGI. En patologías gastrointestinales primarias con fallo inicial, está

indicado el uso de fórmulas elementales. Se recomienda administrar las fórmulas por vía enteral a su concentración normal, no diluidas. De otro modo, llegaríamos a cubrir sus necesidades hídricas, pero no el resto de requerimientos. Además, es más probable alcanzar una buena tolerancia enteral si evitamos el exceso de líquidos.

5. Siempre que sea posible, se deben mantener pequeños volúmenes de ingesta oral para evitar trastornos de la conducta alimentaria a largo plazo.

Ciclado de la nutrición parenteral

- El ciclado de la NP debe instaurarse siempre que la NP sea prolongada. Debe ser progresivo y, si es posible, asegurar aportes enterales durante el tiempo que se retira la infusión.
- La NP se mantendrá hasta que se consiga el 75-80% de los aportes por vía enteral. Es importante destacar que la NP y, sobre todo, la infusión de glucosa intravenosa tienen efecto negativo sobre el apetito. Si la NP aportaba cantidades importantes de electrolitos, puede ser necesario administrarlos por vía oral o i.v. cuando se retire la NP.

Técnica

- Programar la velocidad de la fórmula para pasar en 20 horas: una hora de retirada, una hora de reintroducción y dos horas libres. La hora de retirada consiste en reducir de forma progresiva la velocidad de administración (por ejemplo, reducir un 25% el rimo e infusión cada 15 minutos durante una hora hasta suspender la NP). Del mismo modo, durante la hora de reintroducción el aumento de velocidad será progresivo.
- Durante el tiempo de interrupción debemos monitorizar la glucemia cada hora o cada dos horas, hasta asegurarnos de que el paciente tolera el descenso y la interrupción de la NP. Una vez que completemos el ciclado y se tolere, no se considera necesaria la monitorización diaria de glucemia, especialmente en NP domiciliaria.

- Una vez comprobada esta tolerancia, podemos aumentar el número de horas sin NP, siempre que junto con la NE cubramos los requerimientos del paciente. La reducción del volumen debe seguir siendo progresiva, al igual que la reintroducción posterior de la infusión.
- En el caso de que el paciente no reciba aportes enterales, la NP no debe interrumpirse durante un período superior a seis horas por el riesgo de hipoglucemia.
- En el caso de NP de larga duración, lo habitual es mantener la infusión de NP nocturna, lo que dota al paciente de más autonomía y libertad de movimientos durante el día. Otra posibilidad es retirar días de infusión (por ejemplo, un noche a la semana). Se debe monitorizar estrechamente el estado nutricional del paciente.

Complicaciones y monitorización

La monitorización es similar a la expuesta en el capítulo 11 de este manual; sin embargo, es necesario prestar especial atención a los siguientes puntos:

- **Errores en el aporte hídrico** (tanto por exceso como por defecto). No sobrepasar el aporte máximo de líquidos (4000 mL/m²/día). Es fundamental monitorizar el balance hídrico (entradas y salidas) y controlar el peso del paciente.
- **Monitorizar el estado nutricional del paciente** (véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición enteral»): los cambios en las proteínas plasmáticas, sobre todo la prealbúmina, serán de gran utilidad durante este período.
- **Acidosis D-láctica**: Debida a la fermentación por parte de las bacterias colónicas de nutrientes no absorbidos en intestino delgado, esta complicación es más frecuente en ausencia de válvula ileocecal; puede prevenirse administrando una dieta baja en fibra y carbohidratos y, en caso de ausencia de válvula ileocecal, profilaxis antibiótica.

PUNTOS PARA RECORDAR

- La retirada de la nutrición parenteral (NP) es un objetivo fundamental del soporte nutricional; por ello, debe intentarse tan pronto como el paciente alcance una situación de estabilidad.
- La retirada de la NP comprende un *período de transición*, en que se combinan NP con nutrición enteral (NE) u oral. Esta transición debe ser gradual para evitar deterioro del estado nutricional cuando se retire la NP.
- La combinación de NP y NE debe cubrir los requerimientos del niño durante todo el período transicional.
- En NP de larga duración, la NP debe ciclarse.
- La NP se mantiene hasta que el 75-80% de los aportes se haya conseguido por vía enteral. El acceso venoso central debe mantenerse durante todo el período de transición hasta alcanzar el 100% de los requerimientos por vía enteral.
- La retirada brusca de la NP puede causar hipoglucemia, sobre todo si no existe alimentación oral o enteral adecuada.
- Las complicaciones más frecuentes durante el período de transición se deben a errores en el aporte hídrico o proteico y a acidosis D-láctica.

Bibliografía

- Ayers P, Adams S, Boullata J, Gervasio J, Holcombe B, Kraft MD, et al. ASPEN parenteral nutrition safety consensus recommendations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38:296-333.
- Corkins MR, Griggs KC, Groh-Wargo S, Han-Markey TL, Helms RA, Muir LV, et al. Standards for nutrition support: pediatric hospitalized patients. *Nutr Clin Pract.* 2013;28:263-76.

- Davis AM. Transitional and combination feeding. En: Baker SS, Baker RD, Davis AM, editores. *Pediatric Nutrition Support*. Sudbury (MA): Jones and Bartlett Publishers; 2007. p. 261-72.
- Grossman S, Bautista C. A transitional feeding protocol for critically ill patients. *Dimens Crit Care Nurs*. 2001;20:46-51.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; European Society of Paediatric Research (ESPR). Guidelines on paediatric parenteral nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). Organisational Aspect of Hospital PN. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005;41 Suppl 2:63-69.
- Le HD, Fallon EM, de Meijer VE, Malkan AD, Puder M, Gura KM. Innovative parenteral and enteral nutrition therapy for intestinal failure. *Semin Pediatr Surg*. 2010; 19:27-34.
- Milla PJ. Transition from parenteral to enteral nutrition. *Nestlé Nutr Workshop Ser Pediatr Program*. 2007;59:105-11.

Gerardo Rodríguez Martínez¹

Marta Castell Miñana²

María del Carmen Rivero de la Rosa³

¹Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física.
Universidad de Zaragoza. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.
Zaragoza.

²Centro Sanitario Integrado de Llíria (Valencia). Servicio de Urgencias.
Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

³Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

Peculiaridades del soporte nutricional del recién nacido prematuro

El recién nacido prematuro (RNP) es aquel que nace antes de la semana 37 de gestación. Tras el nacimiento se interrumpe bruscamente el flujo continuo intrauterino de nutrición parenteral que llega a través de la placenta. El crecimiento prenatal y el desarrollo dependen de ese aporte de nutrientes que, durante el período posnatal, deberá iniciarse precozmente para asegurar la homeostasis hidroelectrolítica y las necesidades nutricionales.

El RNP tolera muy mal el ayuno; las reservas son escasas y cualquier problema añadido precipita una situación de fracaso nutricional agudo que añade más riesgo a la propia situación intercurrente. La correcta instauración del soporte nutricional será clave para mejorar su pronóstico y disminuir la morbimortalidad en este grupo de pacientes tan vulnerable, especialmente el de los menores de 1500 gramos al nacer (hipoglucemia, hipocalcemia, hipotermia, otros trastornos metabólicos, problemas digestivos, dificultad respiratoria, infecciones, etc.) (tablas 1-3).

Tabla 1. Subgrupos de recién nacidos prematuros (RNP) que necesitarán *a priori* diferente manejo nutricional

-
- RNP con un peso menor a 1000 g (24-28 semanas) o de **bajo peso extremo**, que precisan soporte nutricional parenteral (NP) inicial y, posteriormente, nutrición enteral (NE) lentamente progresiva según la evolución clínica.
 - RNP de 1000-1500 g (28-32 semanas) o de **peso muy bajo**, en los que con frecuencia también precisan NP pero rápidamente permiten la transición a la NE.
 - RNP de 1500-2000 g (32-35 semanas) o de **peso bajo**, en los que se puede comenzar directamente con NE si no tienen complicaciones clínicas.
-

Tabla 2. Indicaciones de una nutrición parenteral precoz

-
- Inicio del soporte nutricional en el gran prematuro (<28 semanas de gestación).
 - Fracaso transitorio de la instauración de la NE en algunos RNP de 28-32 semanas de gestación por inmadurez.
 - Imposibilidad para el inicio o el mantenimiento una NE efectiva en el RNP de cualquier edad con patología médica o quirúrgica.
-

NE: nutrición enteral; RNP: recién nacido prematuro.

Tabla 3. Ventajas de una nutrición parenteral precoz

-
- Contrarresta la interrupción del aporte transplacentario de nutrientes (aporte de energía y nutrientes adecuados el crecimiento y desarrollo extrauterino).
 - Evita la sobrecarga de nutrientes en un tracto gastrointestinal inmaduro.
 - Optimiza el avance precoz hacia una nutrición enteral trófica, maduración del tracto gastrointestinal y posterior paso hacia nutrición enteral o alimentación oral.
 - Reduce la morbilidad neonatal.
 - Disminuye la estancia hospitalaria.
-

Diseño de la fórmula de inicio

Nutrición parenteral de primer día y evolución:

- **Volumen.** Inicio: 80-100 mL/kg/día; avance: 10-20 mL/kg/día hasta 150-180 mL/kg/día a los 6-10 días de vida (considerar los volúmenes de NP + nutrición enteral [NE]).
- **Proteínas.** Inicio precoz nada más nacer con un mínimo de 1,5 g/kg/día de aminoácidos; avance: 0,5-1 g/kg/día hasta 3,5-4,2 g/kg/día a las 72 horas de vida.
- **Glucosa.** Inicio precoz nada más nacer: 5 mg/kg/min; avance: 1-2 mg/kg/min según glucemia (máx.: 11-12 mg/kg/min). Generalmente no se alcanza el máximo indicado por hiperglucemia o avance significativo de la NE al 4.º-5.º día de vida (si el RNP la tolera).
- **Lípidos.** Inicio: 0,5-1 g/kg/día (durante el primer día de vida); avance: 0,5-1 g/kg/día (máx.: 3-4 g/kg/día). Generalmente no se alcanza el máximo indicado por avance significativo de la NE al 4.º-5.º día de vida.
- **Electrolitos.** Inicio precoz nada más nacer ya con las necesidades basales, excepto para el potasio, hasta que la diuresis se instaura y las cifras plasmáticas se normalizan (tabla 4).

Diseño de la fórmula definitiva

Para el grupo de RNP de menos de 1000 g, se utilizan aportes teóricos de proteína por cada 100 kcal más elevados que en los prematuros mayores de 1500, aunque en la práctica clínica son similares.

- **Líquidos.** 150 y 180 mL/kg/día. Inicialmente, tras el nacimiento, se suele comenzar con 80-100 mL/kg/día para evitar la sobrecarga hídrica (riesgo de edema, persistencia del ductus o enterocolitis necrotizante) y se aumentan unos 10-20 mL/kg/día hasta alcanzar las cifras finales.
- **Energía.** 90 y 110 kcal/kg/día. El primer día se comienza con un aporte parenteral de 60 kcal/kg/día, que se irá subiendo progresivamente 10-15 kcal/kg/día.

Tabla 4. Aporte recomendado de minerales y oligoelementos en nutrición parenteral para recién nacidos prematuros

	Cantidad/kg/día
Calcio (mEq)	2-4,5
Cloro (mEq)	3-5
Cobre (μg)	20
Cromo (μg)	0,2
Fósforo (mEq)	2,5-4
Hierro (μg)	100
Iodo (μg)	1
Magnesio (mEq)	0,25-0,6
Manganeso (μg)	1
Molibdeno (μg)	0,25
Potasio (mEq)	1-3
Selenio (μg)	1-3
Sodio (mEq)	3-5
Zinc (μg)	400-500

- **Electrolitos, oligoelementos y vitaminas.** EL RNP presenta una pérdida excesiva de sodio por la orina debido a una reabsorción tubular disminuida. Las necesidades de sodio son altas, con aportes basales de 3-5 mEq/

día en la fase estable, e incluso más en dependencia de la función tubular (el primer día de vida, solo 0-3 mEq/día).

Los requerimientos de potasio son de 1-3 mEq/día, pero generalmente hay que esperar a alcanzar estas cifras cuando la diuresis se instaura y los valores plasmáticos descienden y se normalizan tras el parto (primeras 24-48 horas de vida, 0-2 mEq/día).

Los iones calcio y fósforo se deben aportar desde el inicio (2-4,5 y 2,5-4 mEq/kg/día, respectivamente) para evitar la hipocalcemia/hipofosforemia aguda precoz, osteopenia tardía y asegurar un crecimiento adecuado posterior. Tras el período inicial de estabilización, se precisa seguir manteniendo dichas cantidades de calcio y fósforo con una proporción Ca/P (mEq/mEq) en un rango de 1,3-1,7. En las tablas 4 y 5 se detallan los aportes recomendados del resto de minerales, oligoelementos y vitaminas.

- **Proteínas.** 1,5 g/kg/día de aminoácidos es suficiente para interrumpir el catabolismo proteico, pero un aporte de 2,5-3,5 g/kg/día es el que logra retención nitrogenada en el RNP. La cisteína, taurina, tirosina e histidina son esenciales debido a su inmadurez metabólica. Se recomienda alcanzar aportes altos de aminoácidos, sobre todo en los prematuros con un peso menor de 1000 g, con un máximo en 4,2 g/kg/día en la NP exclusiva. Posteriormente, si el patrón de crecimiento del niño lo permite, es recomendable disminuir el aporte progresivamente hasta igualarlo al de un recién nacido a término cuando la edad posconcepcional del RNP sea superior a 40-42 semanas.
- **Glucosa.** Un aporte precoz de glucosa parenteral con un ritmo inicial de 5 mg/kg/min suele ser el adecuado en los RNP, ya que emula el paso transplacentario de glucosa. Si aparece hiperglucemia persistente (>200 mg/dL), está indicado el inicio de tratamiento con insulina en perfusión intravenosa continua en lugar de reducir mucho el aporte de glucosa. Progresivamente, el aporte parenteral puede ir aumentando hasta 11-12 mg/kg/min como límite metabólico.
- **Lípidos.** Los lípidos en el RNP deben aportar el 40% del total calórico no proteico. Debe asegurar una cantidad suficiente de ácidos grasos esenciales (aporte mínimo de linoleico de 0,25 g/kg/día). En la nutrición parenteral del RNP se introducen los lípidos progresivamente. Se inicia en las

Tabla 5. Aporte recomendado de vitaminas en nutrición parenteral para recién nacidos prematuros

	Cantidad/kg/día
Ácido ascórbico (mg)	15-25
Ácido pantoténico (µg)	1-2
Biotina (mg)	5-8
Folato (µg)	56
Niacina (mg)	4-6,8
Piridoxina (mg)	0,15-0,2
Riboflavina (mg)	0,15-0,2
Tiamina (mg)	0,35-0,5
Vitamina A (UI)	700-1500
Vitamina B ₁₂ (µg)	0,3
Vitamina D (UI)	40-160
Vitamina E (mg)	3,5
Vitamina K (µg)	8-10

primeras 24 horas de vida con un aporte parenteral en perfusión continua de 0,5-1 g/kg/día de una solución lipídica al 20% y aumentar progresivamente 0,5-1 g/kg/día hasta alcanzar cifras máximas de 3-4 g/kg/día. Se aconseja utilizar una emulsión lipídica con 50% triglicéridos de cadena media y 50% triglicéridos de cadena larga aunque no existe evidencia científica de sus beneficios respecto a las de estos últimos exclusivamente.

Monitorización

- Control clínico.
 - Balance hídrico (diario).
 - Peso (diario), longitud y perímetro craneal (semanal).
- Control metabólico.
 - Glucemia (2-4 veces al día hasta estabilización; luego, una vez al día)
 - Electrolitos, equilibrio ácido-base (diario hasta estabilización; luego, una o dos veces por semana).
 - Urea, creatinina (diario hasta estabilización; luego una o dos veces por semana).
 - Proteinemia, albúmina, triglicéridos, bilirrubina (una o dos veces por semana).
 - Hemograma (una vez por semana).
 - Metabolismo fosfocálcico, fosfatasa alcalina (mensual en NP prolongada).
 - Elementos traza (mensual en NP prolongada).

Para más información, véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición parenteral».

Complicaciones y riesgos de la nutrición parenteral en el recién nacido prematuro

- Relacionadas con el catéter.
 - Perforaciones y roturas por mala inserción.
 - Desplazamiento, oclusión, trombosis.
 - Infección.
- Atrofia intestinal.
- Complicaciones por déficit o exceso de nutrientes. Osteopenia del prematuro.

- Alteraciones hepáticas. Colestasis.
- Riesgo de síndrome metabólico en el adulto.

Para más información, véanse los capítulos 12 y 13, «Complicaciones I y II».

Nutrición mixta en el recién nacido prematuro

En el RNP, la nutrición mixta combina una nutrición enteral mínima (NEM), que progresa hacia la nutrición enteral total, con nutrición parenteral, que evoluciona hacia la retirada.

La NEM se define como la administración precoz de pequeñas cantidades de leche, preferiblemente humana, sin apenas valor nutricional pero con repercusión trófica y fisiológica intestinal en el RNP con NP. Esta técnica presenta beneficios para el avance y tolerancia precoz de la NE nutritiva, maduración intestinal y menor incidencia de colestasis e ictericia, sin aumentar el riesgo de enterocolitis necrotizante. Se puede iniciar desde el primer día de vida en menores de 32 semanas de edad gestacional, mediante la administración progresiva de 5 a 20 mL/kg/día de leche mediante sonda nasogástrica de forma fraccionada cada 3-6 horas.

La NEM y la NP se instauran desde el primer día de vida en el RNP de muy bajo peso, y durante los primeros 3-4 días avanzan progresivamente. A partir de ese momento, si el estado clínico del RNP lo permite, el volumen de NE aumenta hasta cifras que ya tienen valor nutricional y se continúan incrementando mientras se disminuye el volumen de NP hasta su suspensión definitiva alrededor del 7.º-10.º día de vida. Todos estos tiempos se alargan cuando el RNP es extremadamente inmaduro o evoluciona mal clínicamente. El avance diario del volumen de NE suele ser de 10 mL/kg/día a 20 mL/kg/día en los de menor peso, y de 30 mL/kg/día en los de más de 1200-1300 g que han evolucionado bien clínicamente.

PUNTOS PARA RECORDAR

- El recién nacido prematuro debe recibir de modo inmediato nutrición parenteral en las primeras horas de vida.
- El primer día se instaura una nutrición enteral mínima asociada a la nutrición parenteral.
- La fórmula definitiva es hipercalórica, hiperproteica y con alto contenido de glucosa. La cisteína, taurina, tirosina e histidina son esenciales.
- Además de las complicaciones evidenciadas a otras edades, el recién nacido prematuro presenta complicaciones de la NP propias de su inmadurez.

Bibliografía

- ASPEN Board of Directors and The Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parental and enteral nutrition in adult and pediatric patients. JPEN. 2002;26 (Suppl 1): S1-S150.
- Del Rosal T, Sáenz de Pipaón M, Martínez M, Dorronsoro I, Quero J. Alimentación parenteral, líquidos y electrolitos. En: Protocolos Diagnóstico-Terapéuticos de la AEP: Neonatología. Asociación Española de Pediatría y Sociedad Española de Neonatología. AEP; 2008. p. 101-10.
- Ehrenkranz RA, Dusick AM, Vohr BR, Wright LL, Wrage LA, Poole WK. Growth in the neonatal intensive care unit influences neurodevelopmental and growth outcomes of extremely low birth weight infants. Pediatrics. 2006;117:1253-61.
- Gomis P, Gómez L, Martínez C, Moreno JM, Pedrón C, Pérez-Portabella C, et al. Documento de consenso SENPE/SEGHNP/SEFH sobre nutrición parenteral pediátrica. Nutr Hosp. 2007;22:710-9.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; Parenteral Nutrition Guidelines Working Group. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). JPGN. 2005;41(Suppl 2):S1-S87.

- Narbona E, Uberos J, Armadá MI, Closa R, Couce ML, Rodríguez G, et al.; Grupo de Nutrición de la SENEo. Nutrición enteral y parenteral en recién nacidos prematuros de muy bajo peso. Madrid: Ergon; 2013.
- Moya M, Doménech E, Sánchez M. Nutrición del recién nacido de bajo peso. En: Gil A, editor. Tratado de nutrición (2.ª ed.). Tomo III: Nutrición humana en el estado de salud. Madrid: Panamericana; 2010. p. 179-206.
- Rodríguez G, De la Mano A. Nutrición enteral en el recién nacido prematuro. En: Lama R, editor. Nutrición enteral en pediatría. Barcelona: Editorial Glosa; 2010. p. 87-96.
- Samper MP, Ventura MP, Gállego JA, Pérez-González JM. Nutrición del recién nacido de muy bajo peso. En: Bueno M, Sarría A, Pérez-González JM, editores. Nutrición en Pediatría (3.ª ed.). Madrid: Ergon; 2007. p. 131-142.

Ana Moráis López

Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.
Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

Determinadas situaciones patológicas requieren un soporte nutricional específico, bien para prevenir o tratar la desnutrición o bien para contribuir al tratamiento de la propia enfermedad. Cuando dicho soporte deba ser realizado por vía parenteral (tabla 1), se tendrán en cuenta algunos aspectos diferenciales con la vía enteral, que serán tratados en los próximos capítulos.

Tabla 1. Posibles indicaciones de nutrición parenteral en situaciones especiales

- Imposibilidad de utilizar el tracto gastrointestinal por patología primaria de este.
- Aumento de los requerimientos energéticos en pacientes con una enfermedad crónica de base que no puedan ser cubiertos utilizando la vía enteral:
 - Por reagudización de la enfermedad de base.
 - Por enfermedad intercurrente de otra índole.
- Aumento de las pérdidas energéticas que no pueda compensarse utilizando la vía enteral, en pacientes con enfermedad de base cuya cobertura de requerimientos deba ser estrechamente vigilada.

Un aspecto a tener en cuenta es la alteración en la utilización metabólica de los nutrientes que se produce en caso de enfermedad, y que puede condicionar la forma en que el paciente debe ser alimentado. Además de lo comentado en el capítulo 2 sobre la respuesta inespecífica a la enfermedad, diversas situaciones, con fracaso del órgano o sin él, producen una respuesta específica con alteraciones metabólicas secundarias (alteraciones en la tolerancia a hidratos de carbono, alteraciones de la síntesis proteica, etc).

El diseño de la fórmula tendrá en cuenta:

1. Características generales del paciente: edad, sexo, estado nutricional previo, ingesta y tolerancia enteral, etc.
2. Posibilidad de neutralizar las alteraciones metabólicas de la enfermedad de base.

Miriam Herrero Álvarez¹

Ana Moráis López²

Rafael Galera Martínez³

¹Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario Rey Juan Carlos. Madrid.

²Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.

Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

Definición

Fracaso intestinal: se define como la reducción anatómica o funcional del intestino por debajo del mínimo necesario para absorber los nutrientes y líquidos requeridos para un adecuado crecimiento. En la práctica clínica, la suficiencia intestinal es medida por el porcentaje de nutrición parenteral (NP) necesario para mantener el crecimiento.

Fracaso nutricional: se define como la imposibilidad de mantener un estado nutricional adecuado con métodos naturales o artificiales. En estos casos, la NP falla por enfermedad hepática avanzada, por múltiples sepsis de catéter o por pérdida de accesos venosos.

En cuanto a la **metodología de soporte nutricional**, véanse el capítulo 3, para la valoración del estado nutricional, y el capítulo 6 («Requerimientos y diseño de la fórmula»), para la valoración del metabolismo energético.

Fases de tratamiento

En la tabla 1 se anotan las distintas situaciones.

A. Pacientes con **resección** intestinal. Fases de adaptación:

- *Fase posoperatoria.* La NP no se introducirá hasta que el paciente no esté hemodinámicamente estable (agua y electrolitos). Los antagonis-

tas-H2 o los inhibidores de bomba de protones tendrán un papel antisecretor de ácido gástrico, y, al prevenir la reconjugación de las sales biliares, disminuyen la secreción pancreática. La loperamida también puede contribuir a disminuir la motilidad y las pérdidas intestinales de hasta un 20-30% en esta primera fase.

- *Fase de estabilización o mantenimiento*, en función de la longitud del intestino remanente y de la preservación del colon o la válvula ileocecal. En cuanto sea posible, se debe instaurar alimentación oral/enteral para facilitar la adaptación y mantener los reflejos de succión-deglución del lactante.

La NP se mantendrá hasta conseguir un adecuado estado nutricional con nutrición enteral.

- B. Pacientes con **enteropatías congénitas**, por enfermedad de inclusión de microvellosidad o displasia epitelial intestinal (enteropatía *tufting*). Normalmente tienen que ser incluidas en un programa de NP domiciliaria, aunque en ocasiones pueden beneficiarse de tratamiento coadyuvante que acorte tiempos de NP (enteropatías autoinmunes).
- C. Alteraciones de la **motilidad** intestinal: por alteraciones musculares o neurológicas del tracto gastrointestinal (TGI). La más frecuente es la pseudoobstrucción intestinal crónica (CIPO). El 50% de estos pacientes se benefician con una ostomía de descarga. Cuando las obstrucciones son frecuentes, han de ser incluidos en un programa de NPD. En ocasiones requieren trasplante intestinal.
- D. Pacientes con **trasplante intestinal**. En los pacientes con trasplante intestinal, la NP es requerida en el inmediato postrasplante hasta que toleen la nutrición enteral. En caso de rechazo del injerto de modo agudo, está indicado un reposo intestinal, requiriendo NP en general de modo

Tabla 1. Causas de fracaso intestinal

-
- A. Pacientes con resección intestinal. Síndrome del intestino corto
- B. Pacientes con fracaso intestinal por enteropatías congénitas
- C. Alteraciones de la motilidad intestinal
- D. Pacientes con trasplante intestinal
-

transitorio hasta que respondan a la terapéutica. En ocasiones, es necesaria la extirpación del injerto, y en este caso la NP es requerida de modo prolongado, de modo semejante a la situación pretrasplante.

Diseño de la fórmula

1. *Energía y tiempo de infusión*: el tiempo de infusión depende de la tolerancia; se dejará en 18 horas si la tolerancia es mínima.
 - a) Energía: gasto energético basal (GEB) \times 1,3 si es de 18 horas.
 - b) En caso de que se pueda utilizar la vía enteral, se intentará administrar GEB por vía parenteral y el resto de requerimientos por vía enteral; en este caso, la administración de la NP será de 10-12 horas.
 - c) Se recomienda, si es posible, realizar exploraciones de calorimetría que se abordarán sin NP y durante la infusión de la misma, para reducir las complicaciones metabólicas. Es exigible un cociente respiratorio igual o ligeramente inferior a 1 durante la infusión y de 0,85 cuando se realiza sin infusión (2 horas después de la misma y 2 horas antes de la infusión).
2. *Fluidos*: normalmente, el requerido para el aporte energético proteico; es posible que sea necesaria la suplementación hidroelectrolítica.
3. *Aporte proteico*: hay aminoácidos no esenciales que se convierten en esenciales (glutamina, cisteína, etc.).
4. *Kilocalorías no proteicas*: 150 kcal no proteicas por gramo de N distribuidas en una proporción de 60:40 entre hidratos de carbono y lípidos); en caso de requerir NP en 18 horas se puede aumentar a 160-170 kilocalorías no proteicas/g de N.
5. *Tipo de lípidos*: actualmente se utilizan soluciones mixtas aceite de oliva y de pescado junto con el de soja.
6. *Vitaminas y oligoelementos*: se deben cubrir requerimientos; si la diarrea es grave e intensa, es posible que se requiera un aporte extra de zinc.
7. *Electrolitos*: dependerá de la monitorización.

Vitaminas y oligoelementos

- Pérdidas gastrointestinales significativas requieren reposición hidroelectrolítica independiente a NP.
- Suplementar las siguientes vitaminas y minerales deficitarios, preferentemente de forma oral o, si no, por vía intravenosa, implementándolos con la NP:
 - Vitamina B₁₂: 300-1.000 µg/mes
 - Vitamina C: 200-500 mg/día
 - Vitamina A: 10 000-50 000 UI/día
 - Vitamina D: 1500 U UI/día
 - Vitamina E: 30 UI/día
 - Calcio: 1-2 g/día
 - Magnesio: 360- 720 mg (suplementación oral difícil)
 - Hierro: oral o intravenoso
 - Zinc (en forma de sulfato): 220-440 mg/día
 - Selenio: 60-100 µg/día

Monitorización

Cuando la NP se mantiene estable, durante la hospitalización se harán tres monitorizaciones semanales; posteriormente, dos al mes; por último, si se demuestra la estabilidad, se puede realizar una cada tres meses.

Véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición parenteral».

Complicaciones hepáticas de nutrición parenteral prolongada

La complicación más importante y más temida en estos pacientes es la enfermedad hepática asociada a NP. Se trata de un cuadro clínico con un am-

plio espectro de presentación, desde la propia colestasis a cirrosis y fallo hepático.

La etiología es multifactorial y en ella pueden estar implicados todos los componentes de la fórmula.

- La inmadurez hepática es un factor importante cuando la patología es congénita.
- En los episodios recurrentes de sepsis, las endotoxinas afectan directa o indirectamente a la excreción biliar.
- La ausencia de nutrientes en la luz intestinal es otro factor importante. El objetivo es conseguir la adaptación intestinal antes de que el hígado presente un daño irreversible que requiera trasplante (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Indicaciones de trasplante intestinal*

-
- Fracaso nutricional
 - Nutrición parenteral (NP) imprescindible
 - Complicaciones de riesgo que afectan calidad de vida
-

*El 40% de los pacientes trasplantados con injerto normofuncionante requieren NP o aporte venoso de líquidos; por tanto, la indicación del trasplante intestinal debe ser muy sopesada.

Tabla 3. Indicaciones para evitar el trasplante intestinal

-
- Mejorar los protocolos para disminuir los episodios infecciosos
 - Hacer profilaxis de complicaciones metabólicas: individualizar requerimientos utilizando calorimetría indirecta
-

PUNTOS PARA RECORDAR

- Es importante determinar el fracaso intestinal y el fracaso nutricional a la hora de decidir el trasplante intestinal.
- La nutrición parenteral es de larga duración, por lo que debe ser controlada por un equipo multidisciplinar altamente cualificado.
- En caso de fracaso intestinal, además de procurar una adaptación intestinal, de debe tratar de evitar el fracaso nutricional mejorando protocolos de nutrición parenteral e individualizando los requerimientos.

Bibliografía

- Ballesteros Pomar MD, Vidal Casariego A. Síndrome de intestino corto: definición, causas, adaptación intestinal y sobrecrecimiento bacteriano. *Nutr Hosp.* 2007;22(2):74-85.
- Goulet O. Intestinal transplantation: indications and strategy. *Bull Acad Natl Med.* 2012;196:375-80.
- Ordóñez F, Barbot-Trystram L, Lacaille F, Chardot C, Ganousse S, Petit LM, et al. Intestinal absorption rate in children after small intestinal transplantation. *Am J Clin Nutr.* 2013;97:743-9.
- Pakarinen MP, Kurvinen A, Koivusalo AI, Ruuska T, Mäkisalo H, Jalanko H, et al. Surgical treatment and outcomes of severe pediatric intestinal motility disorders requiring parenteral nutrition. *J Pediatr Surg.* 2013;48:333-8.
- Wales PW, Allen N, Worthington P, George D, Compher C; the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, Teitelbaum D. ASPEN clinical guidelines: support of pediatric patients with intestinal failure at risk of parenteral nutrition-associated liver disease. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014;38:538-57.

Rafael Galera Martínez¹

Pedro Cortés Mora²

Ignacio Ros Arnal³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

Fallo hepático agudo

En el fallo hepático agudo (FHA) se produce una pérdida brusca de la función del hepatocito, lo que provoca una profunda disfunción metabólica con afectación de otros órganos. Aunque no es habitual encontrar una situación de malnutrición, se produce una pérdida aguda de peso secundaria al estrés metabólico y la reducción de la ingesta a causa de vómitos y anorexia (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Objetivos del soporte nutricional

-
- Neutralizar el efecto del estrés metabólico
 - Corregir las alteraciones secundarias al fallo hepático
-

Tabla 2. Indicaciones del soporte nutricional parenteral

-
- Cuando no es posible cubrir las necesidades energético-proteicas por vía enteral
 - Hemorragia digestiva (coagulopatía)
 - Riesgo de aspiración (encefalopatía)
-

Diseño de la fórmula

1. *Energía*: gasto energético basal (GEB) \times 1,2-1,3 (similar a otros enfermos críticos). Se recomienda determinar las necesidades energéticas por calorimetría siempre que sea posible.
2. *Proteínas*: lactantes: 1-1,5 g/kg/día; niños y adolescentes: 0,5-1 g/kg/día. No restringir en exceso el aporte proteico (para evitar amoniogénesis endógena secundaria al catabolismo de proteínas corporales). Para ajustar el aporte proteico es necesario monitorizar los niveles de amonio.
3. *Glucosa*: 6-8 mg/kg/min. Riesgo de hipoglucemia.
4. *Lípidos*: 30% de las calorías no proteicas; si existe colestasis progresiva, debe disminuirse el aporte de grasas, o incluso suspenderlo temporalmente, monitorizando los niveles de triglicéridos.
5. *Iones*: reducir el aporte de sodio (hiperaldosteronismo); riesgo de hipopotasemia (hiperaldosteronismo, diuréticos, pérdidas por vía digestiva).
6. *Oligoelementos*: si hay colestasis, suspender el aporte de cobre y manganeso.

Enfermedad hepática crónica

Al contrario de lo que ocurre en el FHA, la enfermedad hepática crónica (EHC) se acompaña frecuentemente de desnutrición, especialmente en estadios finales de la enfermedad; así, un 60% de los niños con EHC presentan fracaso del crecimiento debido a malnutrición (tablas 3 y 4).

Tabla 3. Objetivos del soporte nutricional

- Enlentecer el deterioro de la función hepática
- Maximizar el éxito del trasplante hepático (los pacientes desnutridos en el momento del trasplante presentan mayor tasa de complicaciones postrasplante y, a largo plazo, baja estatura, retraso psicomotor y osteopenia)

Tabla 4. Indicación de nutrición parenteral

- Cuando no es posible cubrir las necesidades energético-proteicas por vía enteral.
- En pacientes cirróticos que precisan un período de ayuno mayor a 12 horas, administrándose una infusión continua de glucosa intravenosa. En caso de que este período dure más de 72 horas, debe instaurarse nutrición parenteral total.
- Pacientes con grados avanzados de encefalopatía, y cuyos reflejos tusígeno y masticatorio están amenazados y la vía aérea no esté protegida.
- En el período pretrasplante, como parte del soporte nutricional previo a la intervención; tras el trasplante hepático, hasta que se alcance la nutrición enteral completa.

Factores que condicionan la desnutrición

- Disminución de la ingesta diaria debida a múltiples factores como náuseas, vómitos o saciedad precoz (secundarios a ascitis, organomegalia o hipertensión portal), anorexia o escasa palatabilidad de las dietas ricas en triglicéridos de cadena media (MCT) y bajas en sodio.
- Aumento del gasto energético secundario a la propia enfermedad y sus complicaciones.
- Malabsorción: en la enfermedad colestásica, el descenso de la concentración de sales biliares en la luz intestinal provoca malabsorción de proteínas y grasas, que explican el fallo de crecimiento y los déficits de vitaminas liposolubles característicos de la EHC.
- Alteraciones en la utilización de nutrientes, que conllevan, entre otros, la depleción de los depósitos de glucógeno, un balance nitrogenado negativo o un aumento de la oxidación grasa.

Diseño de la fórmula

1. *Energía pre- y postrasplante:* gasto energético basal (GEB) \times 1,2-1,3; se recomienda determinar las necesidades energéticas por calorimetría siempre que sea posible.

2. *Proteínas*: no se recomienda restricción proteica, excepto en situaciones de encefalopatía hepática o hiperamonemia. Sin restricción postrasplante. Se recomienda el uso de fórmulas pediátricas (con mayor contenido de aminoácidos ramificados en comparación con las diseñadas para adultos). Dentro de estas, es preferible elegir fórmulas con cisteína. La evidencia actual no ha demostrado beneficio del uso en pacientes pediátricos de las fórmulas específicas diseñadas para pacientes adultos con hepatopatía.
3. *Calorías no proteicas*: kcal/g de N, 180-200 kcal.
4. *Glucosa*: 65-70% de las calorías no proteicas. Monitorizar los niveles de glucemia; riesgo de hipoglucemia en pretrasplante y de hiperglucemia en postrasplante.
5. *Lípidos*: 30% de las calorías no proteicas. Utilizar mezclas con mayor contenido de ácidos grasos omega-3. La ciclosporina tiene efectos hiperlipidemiantes.
6. *Iones*: además de la tendencia a la hipernatremia antes expuesta, es frecuente la depleción de potasio, fósforo y magnesio y otros iones intracelulares; en pacientes cirróticos y trasplantados, debe corregirse la hiponatremia dilucional que suele existir. Se monitorizarán los niveles de magnesio, pues tanto el tacrolimus como la ciclosporina inducen hipomagnesemia.
7. *Vitaminas y minerales*: situaciones de colestasis y deficiencia de sales biliares se asocian a deficiencia de vitaminas liposolubles. En situación de colestasis debe suspenderse el aporte de cobre y manganeso (en este caso, asegurar el aporte de zinc con el suplemento correspondiente, manteniendo la administración de Peditrace® una vez por semana).

Para la monitorización de la NP, véase el capítulo 11.

PUNTOS PARA RECORDAR

- Requerimientos energético-proteicos individualizados según sea pre- o postrasplante. Determinación de necesidades por calorimetría, siempre que sea posible.
- Fórmulas de aminoácidos pediátricas con cisteína.
- Utilizar mezclas de lípidos con mayor contenido en ácidos grasos omega-3.
- Monitorizar niveles de glucemia. Riesgo de hipoglucemia en fallo hepático agudo y en pretrasplante, y de hiperglucemia en postrasplante.
- Iones: restricción de sodio. Aportes monitorizados de potasio, magnesio y fósforo.
- Oligoelementos: si existe colestasis, suspender el aporte de cobre y manganeso.

Bibliografía

- Amodio P, Bemeur C, Butterworth R, Cordoba J, Kato A, Montagnese S, et al. The nutritional management of hepatic encephalopathy in patients with cirrhosis: International Society for Hepatic Encephalopathy and Nitrogen Metabolism Consensus. *Hepatology*. 2013;58:325-36.
- ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2002;26:15A-138SA.
- Frem J, Sarson Y, Sternberg T, Cole CR. Copper supplementation in parenteral nutrition of cholestatic infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2010;50:650-4.
- Koretz RL, Avenell A, Lipman TO. Nutritional support for liver disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;5:CD008344.
- Montejo González JC, Mesejo A, Bonet Saris A. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient: Update. Consensus SEMICYUC-SENPE: Liver failure and liver transplantation. *Nutr Hosp*. 2011;26 Suppl 2:27-31.

Plauth M, Cabré E, Campillo B, Kondrup J, Marchesini G, Schütz T, et al. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: Hepatology. *Clin Nutr.* 2009;28:436-44.

Smart KM, Alex G, Hardikar W. Feeding the child with liver disease: a review and practical clinical guide. *J Gastroenterol Hepatol.* 2011;26:810-5.

Rosa A. Lama More¹

Gerardo Rodríguez Martínez²

Marta Castell Miñana³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Centro Médico d-médical. Madrid.

²Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física.
Universidad de Zaragoza. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.
Zaragoza.

³Centro Sanitario Integrado de Llíria (Valencia). Servicio de Urgencias.
Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

Introducción

El riñón es un órgano metabólicamente muy importante, y su afectación entraña alteraciones endocrinológicas y metabólicas que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar la fórmula de nutrición parenteral para estos pacientes (tabla 1).

Tabla 1. Indicaciones de nutrición parenteral

- Pacientes con insuficiencia renal aguda secundaria a una enfermedad aguda. Es la indicación más frecuente.
- Enfermedad aguda en pacientes con enfermedad renal crónica. Indicación poco frecuente.
- Nutrición parenteral intradiálisis. No utilizada en nuestro medio.

Participación renal en la utilización metabólica de los nutrientes

1. Metabolismo proteico: sintetiza y degrada aminoácidos (AA), hay filtración, reabsorción tubular y excreción (serina, tirosina y arginina); también degrada glutamina.

2. Metabolismo lipídico: puede producirse hipertrigliceridemia por resistencia a la insulina.
3. Metabolismo hidrocarbonado: interviene en la síntesis de glucosa en el ayuno, ya que la degradación metabólica de insulina y glucagón está disminuida si el riñón falla.
4. Participación en el metabolismo de los micronutrientes:
 - a) Balance hidroelectrolítico: agua, sodio, cloro y potasio.
 - b) Metabolismo fosfocálcico y de magnesio: síntesis de calcitriol.
 - c) Metabolismo de las vitaminas: el riñón participa en la degradación y aclaramiento de algunas vitaminas hidrosolubles que normalmente son excretadas por la orina (B_1 , C).
 - d) Interferencia en el metabolismo de liposolubles: E y K.
 - e) Interferencia metabólica con la proteína transportadora del retinol; se debe restringir el aporte de vitamina A.

Características de la fórmula

1. *Energía*: gasto energético basal (GEB) \times 1,2. Si es posible, sería ideal la realización de calorimetría.
2. *Fluidos*: restringidos según la hidratación del paciente.
3. *Aporte proteico*: fórmula estándar de aminoácidos. Cantidad según KtV.
4. *Kilocalorías no proteicas*: 180-200 kcal no proteicas por gramo de N distribuidas en una proporción de 60:40 entre hidratos de carbono y lípidos.
5. *Tipo de lípidos*: es recomendable que estén exentos de triglicéridos de cadena media.
6. *Vitaminas*: en caso de diálisis, aportar mayor cantidad de vitaminas hidrosolubles; con las liposolubles, monitorizar vitamina A y la proteína transportadora.
7. *Electrolitos*: según monitorización.

8. *Fósforo/calcio*: aporte restringido de fósforo.
9. *Oligoelementos*: en caso de diálisis, aumentar aportes. Es importante monitorizar los niveles de zinc.

En la tabla 2 se resumen las características principales.

Tabla 2. Monitorización*

- Hidratación. Electrolitos
- Metabolismo fosfocálcico
- Niveles de urea
- Generación de urea: $([\text{Urea } 2 - \text{Urea } 1] \times 0,6) \times \text{kg}$
- Cálculo de Kt/V en caso de diálisis
- Oligoelementos (zinc)

* Véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición parenteral».

K: aclaramiento; t: tiempo; V: volumen.

PUNTOS PARA RECORDAR

- En la insuficiencia renal en caso de enfermedad aguda, el diseño de la fórmula es semejante al de la fórmula de un enfermo crítico. Han de tenerse en cuenta las pérdidas, que en caso de hemofiltración son mayores que con hemodiálisis.
- En el caso de enfermedad renal crónica, se asegurará el aporte hídrico en función de la hidratación del paciente. La fórmula de aminoácidos contendrá todos los aminoácidos. No debe contener triglicéridos de cadena media. Las kilocalorías por gramo de nitrógeno serán de 180-200. Restringir el aporte de potasio, fósforo y magnesio. Restringir el aporte de vitamina A.

Bibliografía

- Kyle UG, Jaimon N, Coss-Bu JA. Nutrition support in critically ill children: underdelivery of energy and protein compared with current recommendations. *J Acad Nutr Diet.* 2012;112:1987-92.
- Sigrist MK, Levin A, Tejani AM. Systematic review of evidence for the use of intradialytic parenteral nutrition in malnourished hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2010;20:1-7.
- Srivaths PR, Wong C, Goldstein SL. Nutrition aspects in children receiving maintenance hemodialysis: impact on outcome. *Pediatr Nephrol.* 2009;24:951-7.

NUTRICIÓN PARENTERAL EN ENFERMEDADES ONCOLÓGICAS Y EN TRASPLANTE DE MÉDULA ÓSEA

María del Carmen Rivero de la Rosa¹

Marta Castell Miñana²

Agustín de la Mano Hernández³

¹Sección de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

²Centro Sanitario Integrado de Llíria (Valencia). Servicio de Urgencias.

Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Valencia.

³Servicio de Pediatría.

Hospital Universitario del Henares. Coslada (Madrid).

Introducción

Los pacientes oncológicos son especialmente vulnerables a la malnutrición debido a las mayores necesidades de nutrientes derivadas de la enfermedad y su tratamiento, al mismo tiempo que precisan más requerimientos energéticos para un correcto crecimiento y neurodesarrollo.

La incidencia de malnutrición al diagnóstico de los pacientes oncológicos es muy variable, y mayor en tumores sólidos, en los que alcanza cifras de hasta el 50% (tabla 1).

Tabla 1. Efecto de un correcto soporte nutricional

-
- Mejor tolerancia a la quimioterapia
 - Mejores tasas de supervivencia y calidad de vida
 - Menos riesgo de infección durante el tratamiento
-

Efectos metabólicos del cáncer en el paciente oncológico (tablas 2 y 3)

1. Se han descrito alteraciones endocrinas que modulan la respuesta metabólica:
 - a) Resistencia a la insulina
 - b) Aumento de la secreción de hormona del crecimiento
 - c) Producción de hormonas tiroideas disminuida
2. En cuanto al gasto energético, existe controversia. Los estudios han mostrado un gasto energético normal, aumentado y disminuido. Otros determinantes, como el tipo de tumor o de tratamiento o la situación previa, podrían influir notablemente en la alteración del gasto energético sufrido por estos pacientes.

En cambio, en el trasplante de progenitores hematopoyéticos el gasto energético en reposo (GER) disminuye inmediatamente después del trasplante, para volver a la normalidad aproximadamente un mes después.

También se ha demostrado en niños con cáncer una disminución de la masa celular corporal (fracción de masa muscular metabólicamente activa), por lo que sería probable que el GER por kilogramo de masa celular estuviera aumentado.

3. El estado inflamatorio de la enfermedad produce un aumento de los requerimientos proteicos. Si la adaptación a esta situación metabólica falla (debido a una ingesta inadecuada, por ejemplo), hay un consumo rápido de masa muscular cuya manifestación más importante es la caquexia cancerosa, caracterizada por sensación de saciedad precoz, pérdida de peso y astenia. El balance nitrogenado es negativo, aumentan los niveles de urea y disminuye la albúmina sérica. Este estado prolongado en el tiempo supone un deterioro del paciente de forma rápida y, a veces, irreversible.

Tabla 2. Indicaciones de nutrición parenteral en pacientes con cáncer

- Durante el **tratamiento con quimio- y radioterapia**: en esta etapa, normalmente se realiza un soporte nutricional oral/enteral en relación con la disminución de la ingesta secundaria a la anorexia. La nutrición parenteral suele ser de corta duración y se indicará en caso de mucositis intensa o de complicaciones (hemorragias, infecciones, etc.) que comprometan el tracto gastrointestinal.
- Durante el **trasplante de médula ósea**: se instaura siempre al día siguiente de la infusión. El paciente ha sido tratado con quimio- y radioterapia de modo agresivo, por lo que de modo inmediato tras la infusión va a dejar de comer (anorexia, mucositis).
- **Enfermedad del injerto contra el huésped**: complicación del trasplante de progenitores hematopoyéticos en la que los linfocitos del donante pueden dañar, entre otras estructuras, la mucosa gastrointestinal y producir malabsorción. Puede ser aguda o crónica, por lo que el soporte parenteral puede ser prolongado y necesitar en ocasiones nutrición parenteral domiciliaria.

Tabla 3. Características de la nutrición parenteral

- Gasto energético individualizado mediante calorimetría indirecta; en caso de no disponer de esta técnica, se calculará el gasto energético basal según la fórmula de Schofield.
- La nutrición parenteral debe administrarse durante 24 horas y durante un tiempo aproximado de 2-3 semanas. Si hubiera que prolongarla, deberá ser ciclada.
- Diariamente deben hacerse ajustes de electrolitos.
- Fluido muy controlado (inestabilidad hemodinámica frecuente).

Diseño de la fórmula

1. *Energía*: gasto energético basal (GEB) \times 1,2.
2. *Fluidos*: controlados y restringidos según el aporte energético proteico adaptando la osmolaridad de la fórmula.

3. *Proteínas*: dependerá de los niveles de urea. En general, se debe programar una fórmula estándar con todos los aminoácidos, sin glutamina. Lactantes y niños pequeños, a 2,7 g/kg, y en niños mayores, 50-60 g/día según peso.
4. *Kilocalorías no proteicas*: 150 kcal no proteicas por gramo de N distribuidas en una proporción de 60:40 entre hidratos de carbono y lípidos.
5. *Tipo de lípidos*: se recomiendan las fórmulas mixtas, con triglicéridos de cadena media, aceite de oliva y aceite de pescado.
6. *Vitaminas y oligoelementos*: cubrir requerimientos.
7. *Electrolitos*: dependiendo de la monitorización diaria.

Monitorización

- Hidratación: electrolitos y minerales diarios
- Niveles de glucosa diarios
- Monitorización bisemanal de lípidos (triglicéridos)

(Para más información, véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición parenteral»).

PUNTOS PARA RECORDAR

- El paciente oncológico tiene alto riesgo de desnutrición.
- Un correcto y precoz soporte nutricional mejora la tolerancia al tratamiento y la calidad de vida.
- Durante la quimioterapia en general no es necesaria la nutrición parenteral que durante el trasplante de progenitores hematopoyéticos es obligada y se instaura profilácticamente.
- El aporte energético, si es posible, debe ser individualizado. La distribución calórica será de 150 kcal/g de nitrógeno. Por el estrés, las fórmulas lipídicas contendrán triglicéridos de cadena media, aceite de oliva y aceite de pescado.

Bibliografía

- Bechard LJ, Feldman HA, Venick R, Gura K, Gordon C, Sonis A, et al. Attenuation of resting energy expenditure following hematopoietic SCT in children. *Bone Marrow Transplant.* 2012;47:1301-6.
- Hartman C, Ben-Artzi E, Berkowitz D, Elhasid R, Lajterer N, Postovski S, et al. Olive oil-based intravenous lipid emulsion in pediatric patients undergoing bone marrow transplantation: a short-term prospective controlled trial. *Clin Nutr.* 2009;28:631-5.
- Murray SM, Pindoria S. Nutrition support for bone marrow transplant patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;21:CD002920.
- Orrevall Y, Tishelman C, Permert J, Lundström S. A national observational study of the prevalence and use of enteral tube feeding, parenteral nutrition and intravenous glucose in cancer patients enrolled in specialized palliative care. *Nutrients.* 2013;5:267-82.

José Antonio Blanca García¹

Ignacio Ros Arnal²

Pedro Cortés Mora³

¹Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital General Universitario Santa Lucía. Cartagena (Murcia).

Introducción

La malnutrición, incluidas la depleción de micronutrientes esenciales y la pérdida de masa magra corporal, es muy común en pacientes críticamente enfermos; hasta en un 20-40% de los casos se ha demostrado malnutrición proteico-calórica. Todo ello se asocia a una mayor morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Etiología de la malnutrición en el paciente crítico

- Estado catabólico como consecuencia de la respuesta inflamatoria que condiciona un aumento en la gluconeogénesis y la glucoólisis; aumento de la lipólisis para favorecer un mayor aporte de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos libres necesarios para la función celular y la curación de heridas.
- Disponibilidad disminuida de nutrientes por la misma respuesta metabólica a nivel periférico.

Tabla 2. Indicaciones de la nutrición parenteral

- Siempre que no pueda utilizarse de manera óptima el tracto gastrointestinal durante más de 48-72 horas.
- Por intolerancia digestiva.
- Por causas extradigestivas: ventilación mecánica.

Características de la fórmula

- *Energía*: gasto energético total: gasto energético basal (GEB) \times 1,2. Se recomienda utilizar calorimetría. Monitorizar el consumo de O_2 . La sobrecarga energética requiere mayor consumo de O_2 .
- *Proteínas*: hasta los 2 años, 2-3 g/kg/día; de 2 a 13 años, 1,5-2 g/kg/día; y entre 13 y 18 años, 1,5 g/kg/día.
- *Kilocalorías no proteicas*: 120-150 kcal no proteicas por gramo de N, distribuidas en una proporción de 60:40 entre hidratos de carbono y lípidos. En caso de requerir menor cantidad de lípidos por hipertrigliceridemia, disminuir relación a 110-120 kcal/gN. Se prestará especial atención a la hiperglucemia.
- *Lípidos*: fórmulas con triglicéridos de cadena media, por su mayor biodisponibilidad y un metabolismo menos complejo que el de otros lípidos estructurales.
- *Inmunonutrición*: glutamina, arginina o ácidos grasos omega-3. Modulan la respuesta inflamatoria. No existe evidencia científica en la población pediátrica que avale el uso de estos nutrientes.
- *Micronutrientes*: electrolitos minerales, vitaminas y oligoelementos. Cubrir requerimientos. Es posible que estos aumenten en caso de técnicas de diálisis.

PUNTOS PARA RECORDAR

- El paciente crítico está expuesto a un elevado riesgo de desnutrición.
- La nutrición parenteral debe instaurarse si en 48-72 horas no se puede establecer un adecuado aporte nutricional a través del tracto gastrointestinal.
- La composición de la fórmula debe evitar un excesivo aporte energético; será hiperproteica, con una relación de kilocalorías no proteicas por gramo de nitrógeno baja, y vigilará posibles episodios hiperglucémicos.
- Es preferible el uso de soluciones lipídicas de triglicéridos de cadena media CT o mezclas que los contengan, triglicéridos de cadena larga y ácido docosahexaenoico.

Bibliografía

- Bechard LJ, Parrott JS, Mehta NM. Systematic review of the influence of energy and protein intake on protein balance in critically ill children. *J Pediatr.* 2012;161:333-9.
- Lindgren BF, Ruokonen E, Magnusson-Borg K, Takala J. Nitrogen sparing effect of structured triglycerides containing both medium-and long-chain fatty acids in critically ill patients; a double blind randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2001;20(1):43-8.
- Mehta NM, Confer C; ASPEN Board of Directors. ASPEN Clinical guidelines: Nutrition support of the critical child. *J Parenter Enteral Nutr.* 2009;33:260-76.
- Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al. ESPEN Guidelines on parenteral nutrition: intensive care. *Clin Nutr.* 2009;28(4):387-400.
- Singer P, Pichard C, Heidegger C, Wernerman J. Considering energy deficit in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13:170-6.
- Wernerman J. Glutamine supplementation. *Ann Intensive Care.* 2011;18:1-25.

Ana Moráis López¹

Ignacio Ros Arnal²

Encarnación López Ruzafa³

¹Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.
Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid.

²Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.
Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

³Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría.
Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería.

Introducción

Cuando no sea posible la cobertura energético-proteica por vía oral o enteral y se precise la nutrición parenteral a largo plazo, la nutrición parenteral domiciliaria (NPD) representa una alternativa a la hospitalización si la situación del paciente es estable (tabla 1) y se dan ciertas circunstancias que la permitan, entre ellas la existencia de un equipo adecuado de atención a domicilio o de asistencia social. La NPD contribuye a mejorar la calidad de vida del paciente, al permitirle mayor movilidad y escolarización y al facilitarle la vida familiar y social.

Tabla 1. Características del paciente candidato a nutrición parenteral (NP) domiciliaria

- Dependencia de NP prolongada (duración estimada superior a 30-90 días).
- No precisa hospitalización por otro motivo, aparte del soporte nutricional.
- La condición clínica que motiva la NP se muestra estable.
- Se han establecido los requerimientos de macronutrientes, agua y electrolitos.
- Se ha comprobado la seguridad y tolerancia de la NP.
- Disponibilidad de vía venosa adecuada estable.
- Edad superior a 6-12 meses (en función de las unidades).

Si la indicación de la NPD se debe a enfermedad primariamente digestiva, el tiempo de duración suele ser más prolongado que si se trata de un fracaso intestinal secundario a una enfermedad de origen extradigestivo.

Características de la nutrición parenteral domiciliaria

La instauración y mantenimiento de la NPD reviste una serie de características que pueden agruparse del siguiente modo:

1. *Médicas*:
 - a) El paciente debe permanecer estable con respecto a los requerimientos hidroelectrolíticos.
 - b) La fórmula no debe precisar ajustes frecuentes y ha de ser estable.
2. Relativas a la *familia*, los *cuidadores* y el propio *domicilio*:
 - a) Los padres deben conocer la técnica y sus dificultades y mostrar compromiso con la administración del tratamiento. Han de ser conscientes de las características que precisa el entorno del niño, y garantizarlas.
 - b) El cuidador debe estar entrenado en el manejo del catéter venoso central (preferiblemente dos personas), los sistemas y bomba de administración y en el reconocimiento de los posibles signos de complicación, así como en el procedimiento a seguir en caso de que estos aparezcan.
 - c) Debe habilitarse un lugar fresco (nevera) en el que se guarde únicamente la bolsa de la fórmula.
 - d) En el domicilio debe existir un espacio adecuado destinado a la manipulación del catéter.
3. *Técnicas y logísticas*:
 - a) El catéter debe ser el más adecuado a la situación y de una luz.
 - b) La infusión debe hacerse con bomba volumétrica de forma cíclica.
 - c) La fórmula debe administrarse utilizando filtro de 1,2 micras para evitar precipitados.

- d) Debe procurarse el adecuado suministro del material necesario para el domicilio, así como la entrega puntual y concertada de la fórmula.
- e) Debe asegurarse la posibilidad permanente de contacto con el hospital de referencia.

Programa de entrenamiento para nutrición parenteral domiciliaria

El entrenamiento para la NPD debe ser impartido y monitorizado por personal enfermero y médico específico, e incluirá los siguientes aspectos:

- Técnica de higiene de manos.
- Preparación del campo estéril.
- Preparación de las jeringas con suero salino y heparina.
- Apertura y cierre del catéter y cambio de apósito.
- Comprobación de la permeabilidad del catéter.
- Heparinización de la vía.
- Uso y mantenimiento de la bomba y sistemas.
- Vigilancia del área de entrada del catéter.
- Reconocimiento de alteraciones en el catéter, bolsa y punto de inserción. Actuación ante ellas.
- Reconocimiento de posibles signos de infección, trombosis y otras complicaciones. Actuación ante ellos.
- Preparación del domicilio: lugar donde se manipulará el catéter. Medidas de limpieza específicas de superficies. Nevera para la conservación de la fórmula. Lugar específico de almacenamiento del material.

Como ya se ha indicado, la administración debe ser cíclica para facilitar la movilidad y la escolarización. El tiempo dependerá de la tolerancia (véase el capítulo 9, «Forma de administración»). Una vez en el domicilio, se proseguirá la monitorización adecuada a la situación (véase el capítulo 11, «Monitorización de la nutrición parenteral»).

PUNTOS PARA RECORDAR

- La nutrición parenteral domiciliaria mejora la calidad de vida del paciente.
- Entre los requisitos principales se hallan la estabilidad clínica y metabólica del paciente y la tolerancia comprobada a la fórmula, así como el entrenamiento de la familia en el manejo del catéter y en el reconocimiento de las posibles complicaciones.
- Se debe asegurar la provisión a domicilio de la fórmula y del material necesario para su administración.

Bibliografía

- Dibb M, Teubner A, Theis V, Shaffer J, Lal S. Review article: the management of long-term parenteral nutrition. *Aliment Pharmacol Ther.* 2013;37:587-603.
- Koletzko B, Goulet O, Krohn K, Shamir R. Parenteral Nutrition Guidelines Working Group. Home Parenteral Nutrition in Children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005; 41:S70-S75.
- Lee AM, Gabe SM, Nightingale JM, Burke M. Intestinal failure and home parenteral nutrition: implications for oral health and dental care. *Clin Nutr.* 2013;32:77-82.

editorial glosa