

DOCUMENTO DE CONSENSO SENPE/SEGHNP/SEFH/ SOBRE NUTRICIÓN PARENTERAL PEDIÁTRICA

Autores

Grupo de estandarización de la SENPE:

Pilar Gomis Muñoz. Servicio de Farmacia. Hospital 12 de Octubre. Madrid
(coordinadora)

Lilian Gómez López. Sección de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición.
Hospital San Juan de Dios. Barcelona

Cecilia Martínez Costa. Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica.
Hospital Clínico. Universidad de Valencia.

José Manuel Moreno Villares. Unidad de Nutrición. Hospital 12 de Octubre.
Madrid

Consuelo Pedrón Giner. Sección de Gastroenterología y Nutrición. Hospital
Infantil Universitario Niño Jesús. Madrid

Cleofé Pérez-Portabella Maristany. Unidad de Soporte Nutricional. Hospital
General Vall d´Hebrón. Barcelona

María Teresa Pozas del Río. Servicio de Farmacia. Hospital Infantil
Universitario Niño Jesús. Madrid

Revisores

Elena Balmaseda Serrano. Unidad de Gastroenterología y Nutrición
Pediátricas. Complejo Hospitalario Universitario. Albacete

Carolina Gutiérrez Jonquera. Unidad de Gastroenterología y Nutrición
Pediátricas. Complejo Hospitalario Universitario. Albacete

Iñaki X. Irastorza Terradillos. Sección de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátricas. Servicio de Pediatría. Hospital de Cruces. Baracaldo. Vizcaya

Rosa A. Lama More. Unidad de Nutrición. Servicio de Gastroenterología y Nutrición. Hospital Infantil La Paz. Madrid

Ana Morais López. Unidad de Nutrición. Servicio de Gastroenterología y Nutrición. Hospital Infantil La Paz. Madrid

Susana Redecillas Ferreiro. Unidad de Soporte Nutricional. Hospital Vall d'Hebrón. Barcelona

Carlos Sierra Salinas. Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Infantil. Hospital Materno-Infantil. Málaga

Mariola Sirvent Ochando (BCNSP). Servicio de Farmacia. Clínica Vistahermosa. Alicante

Dirección de correspondencia

Consuelo Pedrón Giner
Sección de Gastroenterología y Nutrición
Hospital Infantil Universitario Niño Jesús
28009 Madrid
Teléfono: 91.503.59.33
Fax: 91.574.46.69
cpedron.hnjs@salud.madrid.org

INDICE

Introducción y justificación.
Indicaciones.
Vías de acceso.
Requerimientos.
Modificaciones en situaciones especiales.
Componentes de la Nutrición Parenteral.
Prescripción / Estandarización.
Preparación.
Administración.
Monitorización y complicaciones.

Resumen

La estandarización de procedimientos se ha convertido en un objetivo deseable en la práctica médica actual. La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE) está haciendo un esfuerzo considerable encaminado a elaborar guías clínicas o documentos de consenso así como marcadores de calidad en nutrición artificial. Como fruto de ese esfuerzo el Grupo de Estandarización de SENPE ha elaborado un Documento de Consenso sobre Nutrición Parenteral Pediátrica, avalado también por la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (SEGHNP) y por la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH). Este documento incluye material sobre indicaciones en pediatría, vías de acceso, requerimientos de macro y micronutrientes, modificaciones en situaciones especiales, componentes, forma de prescripción, posibilidades de estandarización de la prescripción y elaboración, forma de preparación y administración, monitorización y complicaciones de la técnica. El material final se ha editado a partir de una revisión amplia de la bibliografía publicada, en especial de las guías sobre nutrición parenteral publicadas por la Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (ASPEN) y la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (ESPGHAN) en colaboración con la Sociedad Europea para la Nutrición Clínica y el Metabolismo (ESPEN).

Palabras clave

Nutrición parenteral, niños, neonato, estandarización.

Consensus on Paediatric Parenteral Nutrition: A document approved by the Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SENPE), The Spanish Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (SEGHNP) and by the Spanish Society of Hospital Pharmacy (SEFH)

Abstract

In current medical practice, standardization of procedures has become a desirable objective. The Spanish Society of Parenteral and Enteral

Nutrition (SENPE) has undertaken a considerable effort to create clinical practice guidelines or documents of consensus and quality gold standards in artificial nutrition.

As a result the SENPE group of standardization has put together a document called "Consensus of Paediatric Parenteral Nutrition" supported by the Spanish Society of Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (SEGHNP) and by the Spanish Society of Hospital Pharmacy (SEFH).

This document covers many aspects such as paediatric patient indications, vascular access, macro and micro nutrients needs; also preparation in special situations, components, forms of prescription, possibilities for standardization of the elaboration and prescription, elaboration, administration, monitoring, complications and side effects.

Much research has been done, incorporating current publications, books and clinical practice guidelines such as those published by the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) and by the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) in collaboration with the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)

Key words

Parenteral nutrition, child, newborn, standardization.

Lista de abreviaturas:

AGE: Ácidos grasos esenciales

AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados

AA: Aminoácidos

AOE: Emulsiones basadas en aceite de oliva

CVC: Catéter venoso central

ECMO: Extracorporeal membrane oxygenation (oxigenación mediante membrana extracorpórea)

GER: Gasto energético en reposo

GET: Gasto energético total

IV: Intravenoso

LCT: Long-chain triglycerides (triglicéridos de cadena larga)

MCT: Medium-chain triglycerides (triglicéridos de cadena media)

NE: Nutrición enteral

NP: Nutrición parenteral

PICC: Peripherally inserted central catheters (catéteres centrales de inserción periférica)

RN: recién nacido

RNPT: Recién nacido pretérmino

RNT: Recién nacido a término

Sistema internacional de unidades de medida:

kg

kcal o Cal

mL

dL

L

mcg o μg

mEq o meq

mmol

Introducción y justificación

Pilar Gomis Muñoz

Servicio de Farmacia. Hospital 12 de Octubre. Madrid

Jose Manuel Moreno Villares

Unidad de nutrición. Hospital 12 de octubre. Madrid

El tratamiento de un niño enfermo es sustancialmente distinto del de un adulto. Sus características fisiológicas, sus necesidades e incluso el modo de enfermar difieren en gran medida de lo que ocurre en el paciente adulto. Este hecho justifica porqué la provisión de nutrientes por vía intravenosa o nutrición parenteral (NP) es distinta, tanto en su prescripción como en su elaboración.

El niño es un organismo en crecimiento. Esto significa unos requerimientos de líquidos, energía y nutrientes mayores a los de un adulto, y, por otra parte, mayor susceptibilidad a la desnutrición. En consecuencia, periodos cortos de ayuno o de insuficiente aporte nutricional provocan deterioro nutricional más rápido e incluso alteraciones en el crecimiento. Estos efectos son más graves cuanto más pequeño es el niño, como es el caso de los recién nacidos prematuros.

También existen diferencias en la prescripción. Aunque es competencia casi exclusiva del pediatra, existe una gran variabilidad en la práctica clínica. Este hecho se pudo comprobar en una encuesta realizada entre los servicios de farmacia de medio centenar de hospitales españoles en las que se elaboraban mezclas para pacientes pediátricos¹. El empleo de soluciones estandarizadas en pediatría es excepcional y las soluciones comerciales listas para usar, inexistentes. Pero además, el uso de mezclas ternarias no está generalizado. La práctica común consiste en la prescripción de soluciones individualizadas, hechas a medida en función del peso y la situación clínica del niño.

La preparación de la NP pediátrica conlleva sus particularidades. Las elevadas concentraciones relativas de algunos nutrientes –calcio y fósforo, por ejemplo-, y las mayores necesidades de líquidos plantean problemas de

estabilidad de las soluciones. La concentración de nutrientes pero también el orden en que se van incorporando los componentes a la mezcla y el tipo de preparados utilizados juegan un papel clave en la prevención de estos problemas.

El menor calibre de los accesos venosos periféricos en el niño limita considerablemente la utilización de NP periférica. También los accesos venosos centrales utilizados para la administración de la NP difieren de los utilizados en el paciente adulto.

Si las características de prescripción, composición y elaboración varían tanto no debe resultar extraño entender que la monitorización del soporte nutricional sea distinta. No sólo se trata de monitorizar la tolerancia - en especial encaminada a la prevención y detección de complicaciones - sino también su eficacia, entendida como la capacidad para posibilitar un crecimiento y desarrollo adecuados.

El paciente pediátrico que necesita NP no constituye un grupo homogéneo. No sólo por las características de cada enfermedad sino también por el tramo de edad en el que se encuentre el paciente: no es lo mismo un gran prematuro de menos de 1500 gramos que un adolescente. Cada edad tiene unas características fisiológicas y unas necesidades para el crecimiento y, por tanto, requiere una composición de la NP diferente.

Estos hechos unidos a la disponibilidad de nuevos sustratos, al mejor conocimiento de las necesidades de energía y nutrientes, así como de las complicaciones de la NP son la justificación que nos han llevado a elaborar estas guías de práctica clínica auspiciadas y avaladas por el Comité Científico Educativo de la SENPE que esperamos puedan servir de apoyo a todos los profesionales que intervienen en la NP en pediatría.

La metodología de elaboración de la guía ha sido la siguiente: un primer grupo de profesionales activamente involucrados en el manejo de la NP, que incluía pediatras, enfermeras y farmacéuticos elaboraron una guía inicial. En cada sección uno o dos autores actuaron como coordinadores. Una revisión bibliográfica amplia avala el contenido de cada apartado. Todas las secciones ya completadas fueron enviadas al resto de integrante de este grupo inicial para realizar observaciones o solicitar aclaraciones. El documento final fue fruto del consenso de todos los participantes en el grupo. Esta primera versión de la guía se remitió a otros profesionales

directamente relacionados con la NP pediátrica. Los comentarios de estos profesionales fueron valorados y discutidos por el grupo y finalmente aceptados o rechazados para su incorporación al documento final. El contenido de las guías no se ha visto influido de ninguna manera por las compañías farmacéuticas del sector.

Aunque pensamos que la guía puede servir de inestimable ayuda para mejorar la práctica de la NP en el niño, los rápidos avances en el campo de la nutrición clínica obligan a pensar que precisará actualizaciones periódicas. Con este propósito se elaboraron. Con la esperanza de que constituyan una herramienta práctica se han escrito.

Referencias bibliográficas

¹ Gomis P, Fernandez-Shaw C, Moreno JM. Encuesta sobre protocolos de elaboración de nutrición parenteral pediátrica y revisión de la idoneidad de los componentes. Farmacia Hospitalaria 2002; 26(3):163-70.

INDICACIONES DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL

Lilian Gómez López

Sección de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición. Hospital San Juan de Dios. Barcelona

1. Introducción

La NP puede ser utilizada en todo niño desnutrido o con riesgo de desnutrición secundario a una patología digestiva o extradigestiva, aguda o crónica para dar cobertura a sus necesidades nutricionales con el objetivo de mantener su salud y/o crecimiento, siempre que estas no logren ser administradas completamente por vía enteral¹.

La vía enteral puede ser insuficiente debido a una ingesta limitada, una alteración de la digestión y/o absorción, un incremento de las pérdidas, un aumento del gasto energético, por alteraciones metabólicas o anatómicas. También tras cirugía digestiva, por necesidad de reposo intestinal o por la presencia de síntomas importantes relacionados con la alimentación (dolor, diarrea). La administración de NP no impide el uso concomitante de la vía enteral y es preferible conservar 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 la NP.

Los niños son particularmente sensibles a las restricciones energéticas debido a sus necesidades para mantener un crecimiento óptimo, fundamentalmente en las épocas de máximo desarrollo (lactancia y adolescencia). Por ello el soporte nutricional debe iniciarse antes que en el adulto. Sin embargo, el periodo máximo que un paciente puede tolerar una nutrición deficiente es variable y depende de la edad, del estado nutricional previo, de la masa muscular que posea, y de la enfermedad de base.

La NP en la edad infantil estará indicada en:

- **Todo paciente pediátrico que requiera un ayuno absoluto durante un periodo igual o superior a 5 días^{2,3}**
- **Todo paciente pediátrico, en el que no sea posible la vía enteral, con una ingesta inferior al 50% de sus necesidades durante 7 días o antes si ya era un paciente desnutrido.**
- **En recién nacidos pretérmino, especialmente en prematuros extremos, debe iniciarse la NP en las primeras 24 horas de vida⁴.**

La NP debe mantenerse hasta que se consiga una adecuada transición a la NE, es decir, cuando dichos aportes alcancen 2/3 de los requerimientos nutricionales estimados. No se deberá iniciar o continuar una NP en pacientes terminales cuando las complicaciones o molestias son superiores a los beneficios^{¡Error! Marcador no definido.} o cuando se han limitado otros esfuerzos terapéuticos y se prevé que el paciente fallecerá en un periodo inferior a cinco días.

2. Indicaciones (Tabla 1)

Nutrición parenteral en el síndrome de intestino corto

El síndrome de intestino corto (SIC) se define como la ausencia anatómica o funcional de más del 50% del intestino delgado⁵. Con frecuencia se asocia a alteraciones de la motilidad del intestino residual lo que dificulta aún más su manejo. Se origina secundariamente a diversas patologías digestivas (enterocolitis necrosante, vólvulo intestinal, atresias intestinales), especialmente a la enterocolitis necrosante que es la causa más frecuente de urgencia intestinal en la edad neonatal.

A la larga, los pacientes prematuros tienen mayor probabilidad de adaptación ya que durante el último trimestre de la gestación el intestino duplica su tamaño y esta posibilidad se mantiene también tras el nacimiento. Sin embargo, el tiempo de transición hasta la alimentación oral o enteral completa es

superior al de otras edades, debido a la escasa superficie de absorción y corto tiempo de tránsito de estos niños. Los pacientes con válvula ileocecal intacta tienen más posibilidades de adaptación ya que presentan menos complicaciones derivadas del sobrecrecimiento bacteriano.

En la evolución tras una resección intestinal podemos distinguir dos estadios, cuya duración es diferente en cada paciente. El primer periodo se caracteriza por una gran pérdida de fluidos y de electrolitos (especialmente sodio) por lo que el riesgo principal es el de deshidratación. Las pérdidas son mayores a menor edad del paciente, a menor intestino residual y si existe una ileostomía o una yeyunostomía. La NP debe iniciarse precozmente y aportar todos los nutrientes necesarios para mantener un estado nutricional y un crecimiento correctos y lograr la reposición hidroelectrolítica. La segunda fase se inicia cuando las pérdidas de fluidos disminuyen y su objetivo es favorecer la readaptación intestinal, introducir la alimentación por vía enteral, reducir o retirar la NP y prevenir sus complicaciones. La alimentación por vía enteral es inicialmente una nutrición trófica que favorece la adaptación intestinal. Progresivamente se incrementa, según la tolerancia del paciente, a la par que se disminuye la NP para lograr una alimentación isocalórica según sus necesidades. Si el niño acrecienta un 50% el volumen de sus deposiciones o éstas son superiores a 45 mL/kg/día no es conveniente proseguir con el aumento de la NE. La NP ha permitido mejorar la supervivencia de los pacientes con grandes resecciones ya que aporta los nutrientes suficientes para mantener el crecimiento del paciente y de su intestino hasta que éstos puedan ser administrados por vía digestiva⁶.

NP en el recién nacido prematuro

Los recién nacidos pretérminos, especialmente los prematuros extremos, cuya edad gestacional es inferior a 31 semanas, no pueden cubrir sus necesidades de nutrientes utilizando únicamente la vía enteral, debido a su inmadurez anatómico-funcional y a que tanto el inicio como la continuación de la alimentación enteral está sujeta a incrementos limitados por el riesgo de enterocolitis necrosante. El objetivo nutricional es evitar la desnutrición temprana con el fin de disminuir la morbilidad (infecciones, prolongación de la ventilación mecánica) y la mortalidad. Para lograrlo se debe de iniciar la NP en

las primeras horas de vida, si la estabilidad hemodinámica del paciente lo permite, procurando alcanzar pronto niveles de nutrientes similares a los valores intraútero para un feto normal con la misma edad postconcepcional. El 20% de los RNPT presentan en el periodo de desarrollo un peso, longitud y perímetro cefálico 2 ó más desviaciones estándar por debajo de los estándares intrauterinos y son niños que tienen una talla disminuida en relación a su potencial de crecimiento. Si el peso al nacimiento se recupera rápido (aunque quedar por dilucidar las posibles consecuencias en la edad adulta en relación con el desarrollo de patología cardiovascular⁷) aumentan las posibilidades de alcanzar un crecimiento lineal, una composición corporal y un desarrollo psicomotor cercanos a los márgenes normales en niños nacidos a término. La NP debe mantenerse hasta que se proporciona un volumen de alimentación enteral suficiente para lograr un aumento de peso adecuado⁸.

Nutrición parenteral perioperatoria

El soporte nutricional en el periodo preoperatorio o postoperatorio reduce el número de complicaciones graves postoperatorias especialmente en pacientes desnutridos, ya que mejora la inmunidad humoral, revierte en muchas ocasiones la desnutrición y facilita la rehabilitación posterior. La vía enteral es la vía de alimentación de elección mientras que la NP queda reservada para los casos en que no sea viable o se precise reposo digestivo. Por ejemplo, en pacientes gravemente desnutridos a los que se realiza cirugía mayor gastrointestinal, la NP preoperatoria debe iniciarse de 7 a 10 días antes de la cirugía para poder reducir un 10% las complicaciones postoperatorias. La NP postoperatoria esta indicada en aquellos pacientes que no pueden ingerir alimentos por un periodo superior o igual a cinco días, o menos si tienen una desnutrición previa.

Nutrición parenteral en el paciente oncológico

La desnutrición es frecuente en las enfermedades neoplásicas debido a múltiples factores, entre ellos los efectos secundarios de los quimioterápicos (náuseas, mucositis, retraso del vaciamiento gástrico, malabsorción, diarrea), la

anorexia y el tipo de respuesta metabólica propia de la agresión. Todo ello condiciona un aumento de las complicaciones, fundamentalmente infecciosas, y retrasos en la administración del tratamiento oncológico. La vía de elección para el soporte nutricional es la vía enteral pero pueden existir contraindicaciones a la colocación de una sonda como la mucositis intensa, la trombopenia por debajo de $25.000/\text{mm}^3$ (si bien se puede colocar tras trasfunder plaquetas) o alteraciones graves de la coagulación. La NP no está rutinariamente indicada ya que puede incrementar el riesgo de complicaciones, especialmente infecciosas⁹. Sin embargo en el trasplante de células precursoras hematopoyéticas alogénico es una terapia habitual y se ha descrito una mejoría de la supervivencia, de la tasa de recaídas y del tiempo libre de enfermedad¹⁰. En el autotrasplante se utiliza NP dependiendo del estado nutricional previo del paciente y de la tolerancia enteral.

Nutrición parenteral en las alteraciones hepáticas

El manejo nutricional depende del tipo de alteración hepática pero los pacientes con hepatopatía crónica son los que precisan mayor soporte. La NP puede ser una técnica adecuada, especialmente en las afecciones hepáticas graves (fallo hepático fulminante y encefalopatía hepática en el contexto de una hepatopatía crónica), ya que estos pacientes tienen usualmente alteraciones gastrointestinales (náuseas, anorexia, alteraciones de la digestión y de la absorción) y un aumento de los requerimientos energéticos en caso de infección. Además, en adultos se ha descrito un aumento del turnover proteico con insuficiente síntesis proteica, extremo no comprobado en la edad pediátrica.

Nutrición parenteral en las alteraciones renales

El manejo nutricional depende del tipo de enfermedad, del estado del riñón, del tipo de diálisis y fundamentalmente de la situación nutricional del paciente y su ritmo de crecimiento. La desnutrición proteico-calórica es la forma más frecuente de alteración nutricional en los pacientes nefrópatas debido a la baja ingesta, a las pérdidas intradiálisis de proteínas, vitaminas y minerales, a las alteraciones hormonales y metabólicas y a las alteraciones gastrointestinales secundarias a la uremia (anorexia, gastritis, esofagitis, náuseas...). La alteración

del crecimiento es mayor y más frecuente cuando el fracaso renal se produce por debajo de los dos años de edad. La NP está indicada en pacientes desnutridos que no pueden alcanzar todos sus requerimientos por vía enteral especialmente en insuficiencia renal aguda. Una forma posible de NP en la insuficiencia renal es la NP intradiálisis¹¹.

Nutrición parenteral en la pancreatitis

En las pancreatitis leves o moderadas, no es necesario a priori el uso de soporte artificial, ya que más del 80% de los pacientes podrán realizar una alimentación oral en el plazo de siete días. La NP administrada de forma rutinaria a estos pacientes no estaría indicada ya que incrementa el tiempo de hospitalización, tiene un impacto negativo en la respuesta inflamatoria sistémica (especialmente si la NP se inicia en las primeras 24-48 horas), puede producir sobrealimentación y aumenta las complicaciones infecciosas. Aunque se ha usado con mucha frecuencia, no está clara aún su utilidad en las pancreatitis graves, pero parece que en adultos, la NE por vía yeyunal con fórmulas hidrolizadas mejora el pronóstico ya que modula la respuesta al estrés, reduce el catabolismo, reduce la mortalidad infecciosa y el fallo orgánico, preserva las proteínas corporales y disminuye el número de días que se tarda en avanzar hacia la alimentación oral¹². Por todo ello, la NP debe quedar reservada para aquellos casos en que sea imposible o fracase la NE.

Nutrición parenteral en la enfermedad inflamatoria intestinal (EII)

Los pacientes con EII (especialmente en la enfermedad de Crohn) son un grupo de riesgo muy importante para desarrollar desnutrición, carencias de micronutrientes y alteraciones del crecimiento. Ello es consecuencia de la enfermedad (anorexia, baja ingesta, dolor abdominal, diarrea, malabsorción), de los tratamientos administrados y por el aumento del gasto energético secundario a la inflamación mantenida y hace imprescindible realizar un buen control del estado nutricional del paciente especialmente en la adolescencia.

La NP no es una terapéutica primaria ya que no es necesario el reposo intestinal para lograr la remisión de la enfermedad ni disminuye la necesidad de cirugía, pero si está indicada para promover el crecimiento y el desarrollo sexual

secundario en pacientes que no son capaces de consumir lo que precisan por vía oral. También es útil cuando la cirugía está contraindicada, en el preoperatorio de un paciente con desnutrición grave, si hay una oclusión o una fístula y en el síndrome de intestino corto residual¹³.

Nutrición parenteral en las alteraciones del sistema nervioso central

El uso de la NP en las alteraciones del sistema nervioso central, como la parálisis cerebral infantil, es excepcional pero puede ser de utilidad siempre que aparezcan aspiraciones, vómitos incoercibles o malabsorción grave y la NE no sea posible.

Nutrición parenteral en los errores innatos del metabolismo

La NP es un tratamiento de gran utilidad especialmente en el debut y en las descompensaciones de algunas metabolopatías, aunque la vía de elección es la enteral. Éstas pueden cursar como un cuadro grave con fallo multiorgánico y coma. La NP aporta fundamentalmente energía con el fin de frenar el catabolismo y la producción endógena de tóxicos.

3. Nutrición parenteral domiciliaria

La NPD permite integrar al paciente a su vida familiar y social habitual. Para eso se deben cumplir una serie de requisitos:

- El paciente debe encontrarse en una situación clínica estable con unos requerimientos nutricionales (macronutrientes, agua y electrolitos) conocidos y constantes.
- Los padres o cuidadores habituales del niño deben haber recibido un aprendizaje específico para la administración de la NPD. Los padres formados han de conectar y desconectar la NP al menos una vez a la semana para mantener sus habilidades, además deben aceptar los riesgos que supone este tipo de tratamiento en el domicilio.
- No existe limitación por la corta edad del paciente.
- La NP no está indicada si las expectativas de vida son cortas o si los sufrimientos impuestos por la técnica son mayores que los beneficios^{Error!}

Marcador no definido.

Tabla 1. Indicaciones de nutrición parenteral

Indicaciones a corto plazo

Patología digestiva

- Intervenciones quirúrgicas
 - Resección intestinal
 - Malrotación y vólvulo
 - Transplantes
 - Alteraciones de la pared abdominal (gastrosquisis, onfalocele)
 - Enfermedad de Hirschsprung complicada o extensa
- Malabsorción intestinal
 - Enterostomía proximal
 - Diarrea grave prolongada
 - Fístula enterocutánea
 - Algunas inmunodeficiencias
- Alteraciones de la motilidad intestinal
 - Peritonitis plástica
 - Enteritis rádica
 - Pseudoobstrucción crónica idiopática
- Otros
 - Reposo del tubo digestivo
 - Enterocolitis necrosante
 - Isquemia intestinal
 - Vómitos incoercibles
 - Sangrado intestinal masivo
 - Enfermedades inflamatorias intestinales
 - Pancreatitis aguda grave, fístula pancreática
 - Vasculitis con grave afectación digestiva
 - Íleo meconial
 - Mucositis o enteritis grave por quimioterapia
 - Insuficiencia hepática o renal grave

Patología extradigestiva

- Todo tipo de paciente desnutrido o con riesgo de desnutrición secundaria a cualquier patología.
- Displasia broncopulmonar
- Oxigenación con membrana extracorpórea
- Perioperatorio en paciente desnutrido grave
- Transplante de órganos y médula ósea
- Pacientes en cuidados intensivos con diversas patologías: TCE (fase precoz), politraumatismos, sepsis, cirugía, quemados críticos, fracaso multiorgánico.
- Caquexia cardiaca
- 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 <25000) que contraindique la NE

Indicaciones a largo plazo

- Fracaso intestinal
 - Pseudoobstrucción crónica idiopática
 - Displasia intestinal
 - Enfermedad por inclusión de microvilli
 - Resecciones intestinales amplias: síndrome de intestino corto
- Atrofias rebeldes de la mucosa intestinal con malabsorción grave persistente
- Enfermedad de Crohn grave o polintervenida con afectación del crecimiento

Bibliografía

- ¹AGA Technical Review on Parenteral nutrition. *Gastroenterology* 2001;121:970-1001.
- ²Kerner JA. Parenteral Nutrition. En: Walker WA, Watkins JB, Duggan Ch. *Nutrition in Pediatrics*. 3th ed. London: BC Decker Inc; 2003. p.957-85.
- ³Collier S, Gura KM, Richardson DS, Duggan CH. Parenteral Nutrition. In: Hendricks KM, Duggan CH. *Manual of Pediatric Nutrition*. 4^a ed. London: Bc Decker; 2005. p. 317-75.
- ⁴Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. 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.
- ⁵ASPEN 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(1 Suppl):111SA-137SA.
- ⁶M. Castañón, L. Gómez, X. Tarrado. Síndrome de intestino corto. En: M. Cruz. *Tratado de Pediatría*. 9^a edición. Ed. Ergon. Madrid 2006:1179-1184.
- ⁷ Singhai A, Lucas A. Early origins of cardiovascular disease: is there a unifying hypothesis?. *The Lancet* 2004;363:1642-5.
- ⁸Figueras Aloy J, Salvia Roiges MD, Gómez López L, Carbonell Estrach X. Nutrición agresiva del recién nacido de bajo peso extremo. *Rev Esp Pediatr* 2004;60(4):320-324.
- ⁹Murray SM, Pindoria S. Nutrition support for bone marrow transplant patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;(2):CD002920.
- ¹⁰Mesejo Arizmendi A, Ordoñez González J, Ortiz Leyba C. Nutrición artificial en el trasplante de células precursoras hematopoyéticas. *Nutr. Hosp*. 2005; 20 (supl 2):54-56.
- ¹¹Krause I, Shamir R, Davidovits M, et al. Intradialytic parenteral nutrition in malnourished children treated with hemodialysis. *J Ren Nutr*. 2002 Jan;12(1):55-9.

¹²Meier R, Ockenga J, Pertkiewicz M, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Pancreas. Clin Nutr. 2006;25(2):275-84.

¹³Goulet O, Ricour C. Indications de la nutrition parentérale. En: Ricour C, Ghisolfi J, Putet G, Goulet O, eds. Traité de nutrition pédiatrique. Paris: Maloine,1993; 888-890.

VÍAS DE ACCESO DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL (NP)

Lilian Gómez López

Sección de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición. Hospital San Juan de Dios. Barcelona

Consuelo Pedrón Giner

Sección de Gastroenterología y Nutrición. Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. Madrid

Las vías de acceso venoso permiten suministrar tratamientos farmacológicos, derivados sanguíneos, sueroterapia y nutrición parenteral. El tipo de catéter se selecciona dependiendo del tiempo previsto de tratamiento, de los requerimientos nutricionales del paciente, de la enfermedad de base, del estado nutricional y de los accesos vasculares disponibles.

Los accesos venosos pueden presentar complicaciones, principalmente infecciosas y trombóticas, por lo cual es imprescindible, especialmente en pacientes dependientes de NP a largo plazo, una cuidadosa técnica de colocación y manipulación.

1 Tipos de accesos venosos

1.1 Accesos venosos periféricos (vías periféricas)

Las vías periféricas son accesos venosos de corta duración que se sitúan en venas subcutáneas. Las soluciones con una osmolaridad igual o superior a 600-800¹ mOsm son irritantes para el epitelio vascular y pueden causar flebitis y extravasaciones frecuentes, por lo que el aporte de nutrientes por esta vía está limitado a una solución con 0,6-0,8 kcal/mL² que como máximo puede contener dextrosa al 10%, aminoácidos al 2% y

La versión reducida de este documento se ha publicado en Nutr Hosp 2007; 22 (6): 710-19.

lípidos en la cantidad necesaria³ (estos últimos son isotónicos por lo que aumentan el volumen global y disminuyen la osmolaridad de la solución). La NP por vía periférica se utiliza, por lo tanto, sólo como medida temporal, cuando los requerimientos del paciente son bajos por ser un complemento de la NE o porque no se pueden lograr accesos venosos centrales. No estará indicada cuando: se prevea una NP completa y/o prolongada, en pacientes con desnutrición grave, en aquellos con insuficiencia renal oligo-anúrica, fallo cardíaco o restricción de líquidos, cuando las necesidades de electrolitos sean elevadas y siempre que no se puedan lograr accesos periféricos.

1.2 Accesos venosos centrales (vías centrales)

Una NP completa siempre requiere de una vía central⁴.

Los catéteres centrales son vías que se insertan percutáneamente en la vena yugular interna, subclavia, yugular externa, femoral, safena, ilíaca o umbilical y la punta del catéter se localiza en la vena cava superior, cava inferior o próxima a la entrada de la aurícula. La vena yugular interna y subclavia derechas son las usadas con mayor frecuencia ya que la introducción en la vena cava superior es más directa. En niños con escasos accesos venosos se pueden utilizar otras localizaciones alternativas como vías transhepáticas, translumbares, intercostales o fístulas arteriovenosas. Las vías centrales permiten administrar grandes volúmenes de líquidos, soluciones con mayor densidad calórica (1,0-1,2 kcal/mL) y una osmolaridad elevada sin riesgo de flebitis. El tamaño del catéter debe adaptarse al tamaño del paciente (Tabla 1).

1.2.1 Localización de los catéteres centrales

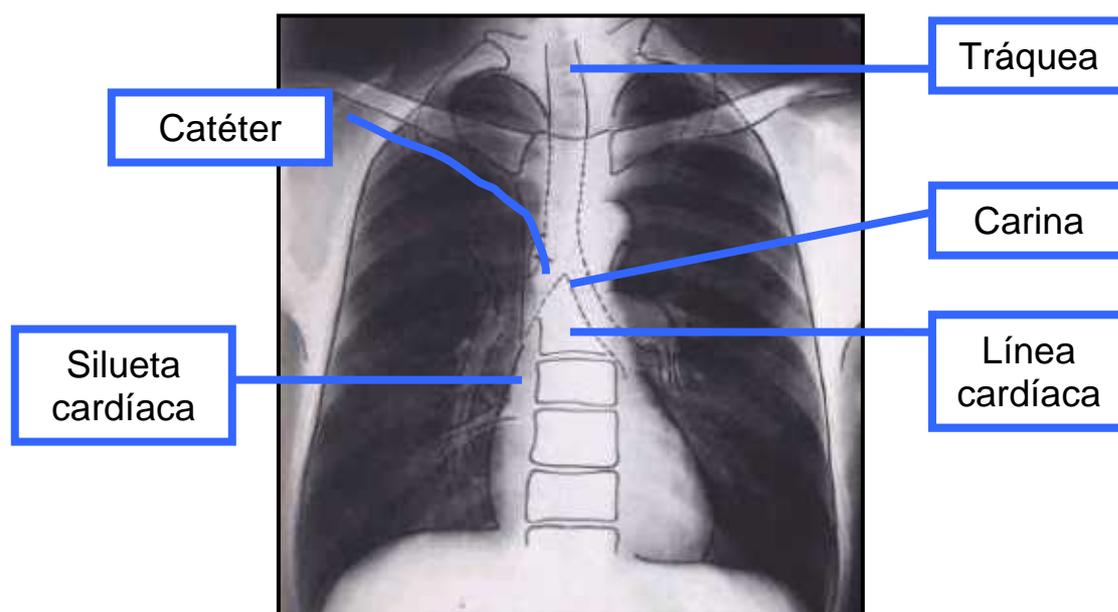
La localización de una vía central necesita siempre ser confirmada radiológicamente excepto en los casos de colocación con fluoroscopia⁵. En niños y recién nacidos también es posible la colocación de vías guiadas mediante ultrasonidos y la monitorización mediante ECG durante el procedimiento. En caso de pacientes portadores de múltiples vías centrales puede ser de utilidad realizar un mapeo vascular con Eco doppler o venografía previamente a la colocación de un acceso venoso de larga duración.

La localización radiológica adecuada de los catéteres es^{4,6}: (Figura 1)

- Niños pequeños: 0,5 cm por encima de la línea cardiaca.
- Niños mayores: 1,0 cm por encima de la línea cardiaca.
- Niños mayores y adultos: la punta del catéter debe situarse por encima de la carina (4ª costilla en neonatos) lo que indica que está localizada en la vena cava superior por encima del saco pericárdico.
- La punta de los catéteres femorales: debe localizarse por encima de las venas renales o por encima del fémur en neonatos.

Figura 1

Esquema de la localización radiológica de la punta de los catéteres



En pacientes adultos la vena subclavia es el lugar de preferencia para la inserción de una vía central ⁴ aunque para la administración de NPD, especialmente en hemodializados, la vena yugular interna derecha presenta un bajo número de complicaciones⁷. La inserción del catéter puede presentar accidentes inmediatos como hemotórax, neumotórax y mayor disconfort pero depende en gran medida de la habilidad del profesional que realiza el procedimiento, de la adecuada sedación del paciente y del estado de la vena. Esta localización no está asociada en niños a mayor riesgo de complicaciones que en otros lugares. La vía femoral en pacientes pediátricos, a diferencia de los adultos, tampoco se ha demostrado que tenga una incidencia superior de infecciones comparada con la vía subclavia o yugular⁸. Sin embargo es una vía poco confortable y con riesgo de trombosis de la vena cava inferior.

1.2.2 Métodos de inserción

Existen dos sistemas de inserción de un catéter: la inserción percutánea (punción) y la disección quirúrgica. Ambos métodos son igual de efectivos y tiene el mismo riesgo de infección, pero la disección produce, con mayor frecuencia, una alteración permanente de la vena. Otra posibilidad es la inserción con radiología intervencionista, guiada mediante fluoroscopia o ecografía. Esta técnica presenta mejores resultados (menor manipulación de la vía y complicaciones) que la técnica por punción^{9,10}.

1.2.3 Tipos de accesos venosos centrales

Podemos distinguir:

- A. Catéter umbilical
- B. Catéter epicutáneo-cava ó catéteres centrales de inserción periférica
- C. Catéteres centrales para tratamientos domiciliarios o de larga duración:
 - Catéteres tunelizados: tipo Hickman[®], Broviac[®], Groshong[®]
 - Reservorios subcutáneos o catéteres implantados (Port-a-cath[®])

A Catéter umbilical

Es un catéter central de corta duración que se introduce a través de la vena o de la arteria umbilical. Se puede utilizar para la administración de NP, perfusiones y hemoderivados, para la medición de presiones, extracciones sanguíneas y exanguinotransfusiones. Son catéteres con una duración limitada ya que se deben colocar en las primeras horas de vida, porque con posterioridad los vasos umbilicales se colapsan, y es preferible retirarlos antes del día 14 en el caso del catéter venoso debido a que el riesgo de las complicaciones tromboticas e infecciosas se eleva drásticamente. Otras causas que predisponen a la infección de la vía son: el peso del neonato (más riesgo en menores de 1000 gramos) y la administración de NP por el catéter. No hay evidencia científica de que la utilización de antibióticos profilácticos reduzca la incidencia de infección de los catéteres arteriales¹¹ ni venosos¹² umbilicales.

B Catéter epicutáneo-cava ó catéter venoso central de inserción periférica (PICC)

Son catéteres centrales de colocación percutánea (tanto a través de venas centrales –yugular, subclavia o femoral- como periféricas) que se utilizan para tratamientos hospitalarios **cuando la duración de la NP es inferior a 3-4 semanas**. Están indicados para administración de medicación, de NP con una osmolaridad superior a 600-800 mmol, para extracciones sanguíneas, para medir la presión venosa central y siempre que no sea posible canalizar una vía periférica. Los catéteres que no presenten complicaciones pueden mantenerse todo el tiempo que se precise y no deben ser recambiados rutinariamente ya que esto no disminuye el riesgo de infección. Si un catéter no funciona correctamente puede ser reemplazado usando una guía (técnica de Seldinger), siempre que no se sospeche una bacteriemia relacionada con el catéter, una infección en su trayecto o una colonización del CVC. La guía disminuye el riesgo de complicaciones mecánicas. Si la vía no se utiliza se puede dejar con un flujo mínimo de 1 mL/h o se puede sellar.

En neonatos y lactantes con un peso inferior a 5 kg los catéteres son de 2 F y una luz. Las venas periféricas más utilizadas son: la cefálica, la basilica, la axilar, la safena externa y cualquier vena de la cabeza. Son vías adecuadas para la administración de NP pero no hemoderivados, medicación en bolus ni para realizar extracciones ya que el catéter se puede trombosar o romper. Con un estricto cuidado de la vía y vigilancia de la colonización bacteriana es posible optimizar su duración. Los cuidados a realizar son similares a los de otras vías centrales pero es recomendable, en catéteres con una inserción superior a una semana, cultivos seriados de las conexiones herméticas. No existe evidencia científica de que la utilización de heparina profiláctica prevenga la trombosis del catéter por lo que no se recomienda su uso¹³.

C Catéteres centrales de larga duración

C.1 Catéteres venosos tunelizados

Los catéteres tunelizados tipo Hickman[®], Broviac[®], Groshong[®] son catéteres centrales que precisan de una implantación quirúrgica. El catéter se sitúa habitualmente en la vena cava superior y tiene un trayecto subcutáneo hasta el orificio de salida en la piel que suele localizarse en la parte superior del tórax. El segmento subcutáneo presenta un manguito o puño de Dacron que facilita su fijación al formar un tejido fibroso y constituye, además, una barrera para la flora bacteriana cutánea. A partir de la segunda semana ya se considera que el catéter está fijado por lo que disminuye el riesgo de salida accidental.

Estos catéteres deberían usarse en **todo paciente en que se prevea que va a recibir NP por un periodo superior a 3-4 semanas¹⁴ o para la NP domiciliaria¹⁵**. En los niños que por su patología de base (síndrome de intestino corto...) precisen una vía central durante un largo periodo de tiempo, incluso de por vida, es imprescindible el cuidado extremo y la economía de vías desde el inicio del proceso ya que de ellas depende, en muchas ocasiones, la duración y la calidad de su vida.

La NP domiciliaria se administra durante 10 a 18 horas, según el paciente, y durante la noche, por lo que el resto de horas el catéter está sellado y el paciente puede realizar una actividad normal.

Cuidados de catéter:

- Colocación del catéter en condiciones de esterilidad (puede ser en quirófano o en sala de radiología intervencionista) con anestesia general.
- Entrenamiento del paciente o su cuidador. El tiempo de formación depende de la familia pero es habitualmente de dos semanas. Se deben realizar recuerdos periódicos de la formación que se ha realizado.
- Si se utilizan apósitos transparentes la pinza del catéter debe quedar incluida debajo. No es necesario despegar el apósito para poder manipularlo.
- El uso de gasas en las conexiones no disminuye el riesgo de infección, su función es de protección mecánica.
- No está demostrado que las gasas impregnadas con povidona yodada en las conexiones de las vías reduzca la tasa de infección del catéter.

C.2 Catéter con reservorio subcutáneo o catéter implantado (Port-a-cath®)

Es un dispositivo que consta de una pequeña cámara (de titanio, acero inoxidable o plástico duro) provista de una membrana de silicona situada en el tejido subcutáneo. Este reservorio se conecta a un catéter que se inserta en una vena, habitualmente subclavia o yugular interna. A través de la piel se puede pinchar la membrana con agujas específicas (agujas Huber de calibre 19G, 20G y 21G), pudiendo realizar hasta 2000 punciones sin recambiarlo, de forma fácil y segura.

Este sistema está indicado para realizar extracciones sanguíneas, infusión de fármacos, hemoderivados, sueroterapia y NP. Es, por lo tanto, una vía de acceso óptima en pacientes que precisan tratamientos endovenosos repetidos y prolongados (oncológicos, HIV, hemofílicos...). Otras ventajas son que no modifican la imagen corporal y que, en caso de no ser necesarios durante largos periodos de tiempo, pueden mantenerse con unos cuidados mínimos.

No es la vía de elección para NP domiciliaria excepto cuando el paciente ya es portador de un reservorio subcutáneo. Esto es debido a que la técnica de punción es más difícil que el procedimiento usado habitualmente con los catéteres tunelizados, la vía está constantemente abierta si la aguja está insertada y, en estas condiciones, es un dispositivo que no tiene adaptado ningún sistema antiinfeccioso por lo que la posibilidad de infección es más elevada.

Cuidados del catéter

- Colocación del dispositivo en condiciones de esterilidad (puede ser en quirófano o en sala de radiología intervencionista) con anestesia general.
- La membrana del dispositivo se localiza por palpación y la aguja se inserta perpendicularmente a la piel hasta que toca la placa metálica. Se debe colocar una gasa debajo de las alas de la aguja para proteger la piel.
- La aguja se ha de recambiar, junto con el apósito, con una frecuencia que varía según el paciente y que, en general, no debe superar los siete días (antes si se desengancha o ensucia)

2 Conceptos generales sobre los accesos venosos

2.1 Preparación del paciente

Previamente a la realización del procedimiento debemos tener en cuenta:

- Debemos informar al paciente y a la familia del procedimiento que se va a realizar.
- Si se trata de un acceso venoso central el servicio que realiza la inserción del catéter debe solicitar un consentimiento informado a los padres o al tutor legal.
- La familia y el paciente deben conocer las posibles complicaciones que pueden surgir en relación con las vías (extravasación, flebitis, infección...) lo que permitirá una detección precoz.

- Debemos informar de los movimientos y actividades que el paciente puede efectuar así como de los cuidados en los que la familia puede participar.
- Es imprescindible evitar el dolor del paciente durante la punción:
 - Neonatos:
 - Colocar crema anestésica EMLA (Eutetic Mixture of Local Anesthetic) 30 minutos antes del procedimiento.
 - Situar al niño en una posición antiálgica, en flexión y envuelto con una sábana.
 - Administrar sacarosa al 20-24%¹⁶, dos minutos antes. Puede darse por vía oral (jeringa o con chupete) o mediante SNG y repetirse 2-3 veces si es necesario, aunque se desconoce la efectividad de dosis repetidas. No está clara su acción en recién nacidos gravemente enfermos, prematuros extremos o ventilados.
 - Dosis en pretérminos: 0,012g- 0,12g (0,05-0,5 mL)
 - Dosis en recién nacido a término: 0.24- 0.48 mg (1-2 mL).
 - Niños:
 - Colocar crema anestésica EMLA 30 minutos antes del procedimiento.
 - Realizar una infiltración subcutánea con lidocaína.
 - Distraer al paciente durante el proceso.
 - También puede procederse a la sedación con opioides (morfina, fentanilo) o anestesia general (pentotal, ketamina).

2.2 Selección de la extremidad para la colocación de un acceso venoso periférico

- Deben evitarse las extremidades portadoras de una vía central o las que han sufrido una extravasación reciente.
- Es preferible utilizar la extremidad más alejada de una ostomía.
- Es preferible utilizar la extremidad más alejada de una fuente de infección.
- Debemos dar prioridad a la localización que permita la máxima movilidad y comodidad del paciente.

2.3 Material de los catéteres

Los catéteres de silicona o poliuretano son preferibles como vías de acceso a largo plazo ya que son menos trombogénicos y alergizantes^{Error! Marcador no definido.}. El diámetro del catéter central debe ser el más pequeño posible para minimizar el riesgo de lesión de la vena. También existen catéteres como los de polietileno o polipropileno que son más fáciles de insertar por su mayor consistencia, pero con ellos son más frecuentes las complicaciones mecánicas e infecciosas. Los catéteres pueden tener una o varias luces.

2.4 Higiene en la colocación y manipulación de las vías (asepsia)¹⁷

- La colocación de los catéteres centrales se debe realizar con una técnica estéril: bata y guantes estériles, mascarilla, gorro y entallado quirúrgico de la zona con paños estériles.
- Higiene de la piel:
 - Antes de la inserción del catéter: la CDC y la AORN¹⁸ recomiendan realizar un lavado físico del paciente y de la zona de inserción previo a la limpieza antiséptica de la piel para disminuir al máximo la concentración de bacterias. Las soluciones antisépticas utilizadas son clorhexidina alcohólica al 0,5% o acuosa al 2%, povidona yodada al 10 % o alcohol al 70 % según los casos. El uso de clorhexidina al 2 % (vs povidona 10% y alcohol 70%)^{19,20} parece que disminuye la incidencia de la colonización bacteriana del punto de inserción tanto en niños como en adultos aunque sigue siendo un tema controvertido en los primeros. No existen datos ni recomendaciones para los menores de 15 días y los prematuros²¹. Para lograr una buena asepsia se recomienda impregnar una gasa y hacer la limpieza de la piel de dentro hacia fuera repitiendo el proceso en tres ocasiones y dejando secar tras la última vez.
 - Durante el cuidado de la vía: el punto de inserción de la vía se debe limpiar en cada cambio de apósito con las soluciones antisépticas citadas anteriormente y gasas estériles. Es recomendable repetir la

limpieza física y antiséptica de la piel en las primeras 24-48 horas tras la colocación del catéter.

- En niños, un estudio sobre el uso de antibióticos profilácticos (vancomicina) durante la colocación de vía central se ha asociado a una disminución de la incidencia de infecciones.
- La infección de las vías es debida en gran medida a una técnica de manipulación no aséptica. Por ello **es imprescindible realizar siempre antes de su manipulación, sobre todo si es central, un lavado antiséptico de las manos** y usar guantes estériles. (Tabla 2)

(Tabla 2). Recomendaciones para un lavado antisépticos de las manos.

- Lavado antiséptico de las manos: retirar anillos, pulseras y subir las mangas hasta el codo. Lavar bien las manos (incluidos los espacios interdigitales) con jabón antiséptico un tiempo promedio de 30 segundos. Secarse las manos con toallas de papel desechables o gasas estériles. El secado de las manos es opcional mientras que el secado de los antebrazos no está indicado.
- Se pueden utilizar desinfectantes líquidos con base alcohólica como Sterillium^{®17}. Este es un antiséptico muy eficaz que elimina los gérmenes de la piel pero no la suciedad. Se debe emplear, por lo tanto, siempre con las manos limpias (sin residuos orgánicos, restos de polvos de guantes, papel de un solo uso...). Se puede desinfectar las manos con Sterillium[®] tantas veces como se necesite durante el procedimiento. Se debe de aplicar también entre los espacios interdigitales y hay que dejarlo secar 30 segundos.

2.5 Cuidados generales de la vía

- Cada hospital debe elaborar sus propios protocolos de colocación y manipulación de vías basándose en la evidencia científica.
- Número de luces del catéter: es **preferible utilizar catéteres de una sola luz para NP** ya que se reduce la incidencia de infecciones. Se debe procurar que el catéter que se utiliza para la NP no sea utilizado para otros procedimientos (extracciones, administración de fármacos, medición de presiones...). En los pacientes que reciban simultáneamente otros tratamientos pueden indicarse catéteres de más de una luz, reservando siempre una de ellas sólo para la NP.
- Válvulas o conexiones herméticas sin aguja: son sistemas que permiten inyectar líquidos en la vía sin necesidad de utilizar jeringuillas y podrían actuar como sistema de prevención de la infección del catéter. La conexión debe ser desinfectada siempre, antes de ser utilizada, mediante la fricción con una gasa impregnada con alcohol al 70% o clorhexidina al 2 % durante 30 segundos.
- Las conexiones y los equipos de infusión deben ser cambiados siempre que se observen restos sanguíneos, cada 24 horas si se administra NP, soluciones lipídicas (propofol, anfotericina...) o hemoderivados y cada 72 horas si se infunden otros fármacos.
- No existen datos suficientes para recomendar el uso de catéteres impregnados con antimicrobianos de forma rutinaria.
- No está demostrado que el uso rutinario de antibióticos disminuya la tasa de infección.

2.6 Sellado de los accesos venosos

En niños la principal causa de tromboembolismo son las vías centrales (80% en recién nacidos y 40% en niños). Los factores asociados al tromboembolismo son el daño endotelial durante la cateterización, la oclusión del vaso, el bajo flujo, el estasis sanguíneo, el flujo turbulento, la

hiperviscosidad sanguínea, la hipercoagulabilidad, las características del líquido infundido y la composición del catéter. Actualmente existe controversia sobre el uso de heparina o suero salino fisiológico (SSF) para el sellado de los CVC. En adultos, la heparina y el suero salino son igualmente eficaces para el mantenimiento de la permeabilidad de los accesos vasculares²². La heparina tiene un efecto anticoagulante, y podría prevenir la infección de la vía, ya que el trombo actúa como un foco de colonización microbiana intravascular, y activa la lipoproteín lipasa con lo que se aumenta la lipólisis y reesterificación de los triglicéridos infundidos. Sin embargo, estos teóricos efectos beneficiosos no se han confirmado. La heparina presenta también complicaciones, especialmente en tratamientos a largo plazo, como: hemorragia, trombocitopenia, reacciones alérgicas, osteoporosis y problemas de compatibilidad con la emulsión lipídica. Este anticoagulante se ha propuesto como tratamiento preventivo del tromboembolismo pero no está probado que lo sea en niños, por lo tanto, **no se recomienda el uso rutinario de la heparina en la NP**²³. También se han utilizado dispositivos con un sistema de presión positiva (“positive-pressure devices”) para prevenir el retroceso de sangre hacia el catéter y disminuir el riesgo de trombosis con buenos resultados^{23,24}.

Los catéteres centrales tunelizados que no se utilizan regularmente deben ser heparinizados una vez por semana con heparina a una concentración de 1/1000 (1%) mientras que los reservorios subcutáneos deben ser limpiados y heparinizados una vez al mes. En el caso de los catéteres periféricos se pueden sellar con suero salino o haciendo presión positiva.

2.7 Apósitos

Los apósitos transparentes y las gasas tienen como función proteger el catéter de las infecciones, de los traumatismos y de las roturas. **No existen aún estudios concluyentes sobre cuál de ellos es el más adecuado por lo que ambos pueden utilizarse**^{4,8}.

Los apósitos transparentes están elaborados con una fina membrana de poliuretano. Su principal ventaja es que permiten visualizar el punto de inserción y cubrir gran parte del catéter, por lo que se reduce el riesgo de

tracción. No obstante estos apósitos aumentan la zona de piel húmeda y el crecimiento bacteriano.

Frecuencia de los cambios de apósito

- En los catéteres de larga duración el apósito transparente o la gasa deben ser cambiados una vez a la semana o siempre que estén sucios, húmedos, despegados o sea necesario inspeccionar el punto de inserción. Si el punto de inserción sangra es preferible el uso de gasas, que deben cambiarse tan pronto como cese el sangrado. Es posible que el niño se sumerja en agua para bañarse si el catéter está protegido por un apósito resistente al agua o se realiza la cura y recambio del apósito inmediatamente después.
- Las gasas del apósito no deben impregnarse con ningún antiséptico ya que favorecen el crecimiento bacteriano y pueden producir dermatitis.
- En catéteres centrales de corta duración la gasa debe remplazarse cada dos días y el apósito transparente cada siete días, excepto en los pacientes con riesgo elevado de perder la vía.
- En los catéteres periféricos el cambio de los apósitos se debe realizar siempre que sea necesario.

2.8 Antibióticos tópicos

Los antibióticos tópicos en pomada no deben ser utilizados de en el punto de inserción ya que favorece la infección por hongos, las resistencias microbianas y altera la superficie de los catéteres^{4,8}.

2.9 Otras vías de administración de la NP

- Intradiálisis a través de una fístula arterio-venosa o mediante diálisis peritoneal en pacientes con fallo renal.

- A través del circuito de la ECMO (oxigenación mediante membrana extracorpórea). En algunos centros los lípidos son administrados por vía periférica ya que pueden ocluir los filtros²⁵.

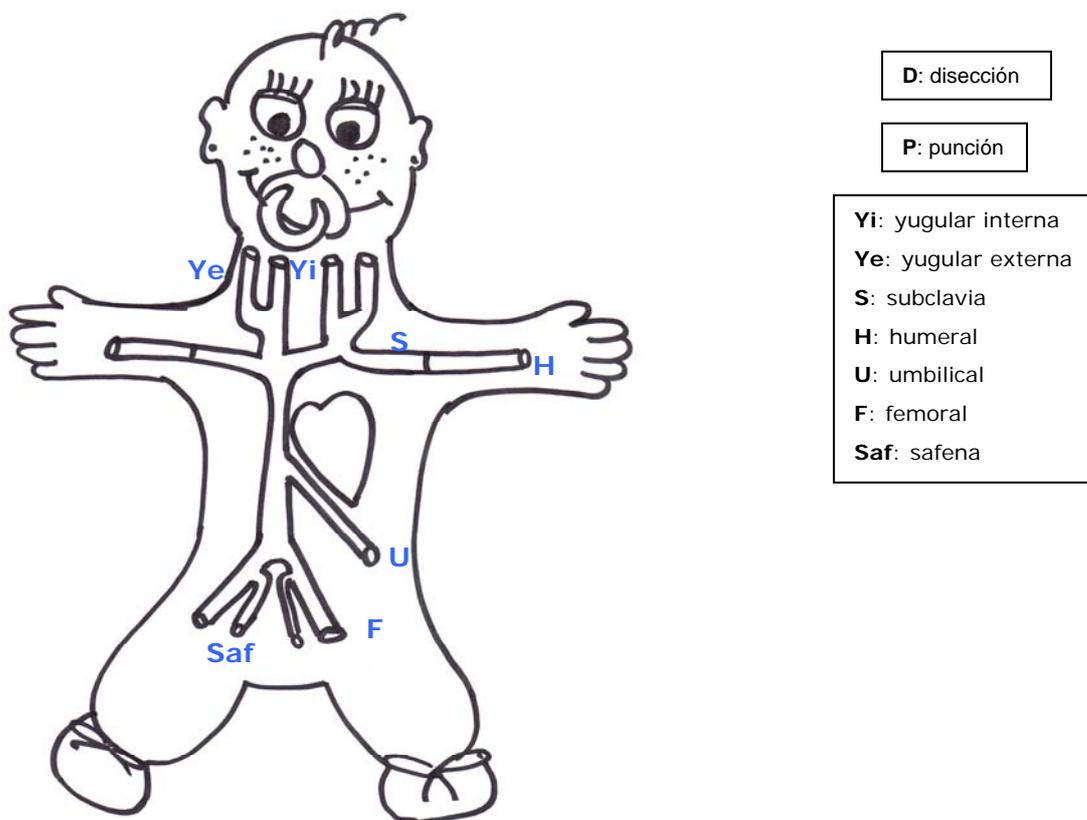
3 Datos que deben quedar reflejados en la historia clínica

La obtención de información rápida y verídica sobre los accesos venosos ya empleados es de gran utilidad en pacientes complejos que han sido portadores de numerosas vías centrales. Los datos también pueden registrarse gráficamente (Figura 2). En un lugar visible de la historia clínica es conveniente que queden recogidos los datos que se indican a continuación:

- Tipo de acceso endovenoso (central o periférico)
- Tipo de catéter
- Tipo de inserción (disección o punción)
- Diámetro del catéter
- Longitud interna del catéter (en catéter tipo Broviac)
- Longitud externa del catéter (en catéter tipo Broviac)
- Fecha de colocación
- Lugar de inserción
- Localización de la punta del catéter (si se ha realizado la comprobación radiológica)
- Fluido que se administra (NP, fármacos...)
- Fecha retirada
- Causa retirada (infección, extravasación, fin del tratamiento)

Figura 2

Dibujo para localizar los accesos venosos centrales utilizados



Catéteres para acceso venoso

EDAD	CATÉTERES UMBILICALES	PICC*	TUNELIZADOS	RESERVORIOS
< 1 año	(Sólo en neonatos) 2,5 Fr (30 cm) 3,5-8 Fr (40 cm)	2,0 - 5,0 Fr 1-2-3 luces	2,7 - 4,2 Fr 1 luz	Usados raramente
1- 3 años	-	4,0-5,5 Fr 1-2-3 luces	3,0-5,0 Fr 1 luz	Preferible usar catéteres
Escolares (4-11 años)	-	5,0-7,0 Fr 2-3 luces	4,2-7,0 Fr 1-2 luces	0,6-1,0 mm de diámetro interior
Adolescentes	-	5,0-8,5 Fr, 2-3 luces	5,0-12,5 Fr 1-2-3 luces	0,8-1,4 mm de diámetro interior
Adultos	-	5,0-8,5 Fr 2-3 luces	7,0-13,0 Fr 1-2-3 luces	0,8-1,4 mm de diámetro interior

Tabla 1. Tamaño recomendado de los catéteres según la edad.

*Los PICC tienen una longitud variable que oscila entre 6 cm a 60 cm.

Agradecimientos:

Al Dr Gustavo Albi Rodríguez del Servicio de Radiología del Hospital Infantil Niño Jesús, por su ayuda en la confección del esquema de localización de la punta de los catéteres venosos centrales.

Al Dr Daniel Velasco de la Sección de Cardiología Pediátrica del Hospital Sant Joan de Déu, por su ayuda a la hora de elaborar el dibujo de los accesos venosos centrales.

Bibliografía

¹Gazitua R, Wilson K, Bistran BR Blackburn GL. Factors determining peripheral vein tolerance to amino acid infusions Arch Surg 1979;114:897-900.

²Chung DH, Ziegler MM. Central venous catheter access. Nutrition 1998;14:119-23.

³Collier S, Gura KM, Richardson DS, Duggan CH. Parenteral Nutrition. In: Hendricks KM, Duggan CH. Manual of Pediatric Nutrition. 4^a ed. London: Bc Decker; 2005. p. 317-75.

⁴Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. 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):S54-62.

⁵ASPEN 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(1 Suppl):36SA-37SA.

⁶Caruso LJ, Gravenstein N, Layon AJ, Peters K, Gabrielli A. A better landmark for positioning a central venous catheter. J Clin Monit Comput 2002;17(6):331-4.

⁷Sands MJ. Vascular access in the adult home infusion patient. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2006;30(1 Suppl):S57-64.

⁸O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee, Center for Disease Control and Prevention. Guidelines for the Prevention of intravascular catheter-related infections. [Monografía en Internet]; 2002 [acceso 25 de agosto de 2006]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/rr/rr5110.pdf>

⁹Chait PG, Ingram J, Phillips-Gordon C, Farrell H, Kuhn C. Peripherally inserted central catheters in children. *Radiology* 1995;197(3):775-8.

¹⁰Fricke BL, Racadio JM, Duckworth T, Donnelly LF, Tamer RM, Johnson ND. Placement of peripherally inserted central catheters without fluoroscopy in children: initial catheter tip position. *Radiology* 2005 ;234(3):887-92.

¹¹Inglis GD, Davies MW. Prophylactic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with umbilical artery catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(3):CD004697.

¹²Inglis GD, Davies MW. Prophylactic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with umbilical venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;19(4):CD005251.

¹³Shah P, Shah V. Continuous heparin infusion to prevent thrombosis and catheter occlusion in neonates with peripherally placed percutaneous central venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Jul 20;(3):CD002772.

¹⁴Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R, Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. *An Esp Pediatr* 2000; 52(Supl 3):1-33.

¹⁵Sri Paran T, Corbally M, Fitzgerald RI. New technique for fixation of Broviac catheters. *J Pediatr Surg* 2003;38(1):51-2.

¹⁶Stevens B, Yamada J, Ohlsson A. Sucrose for analgesia in newborn infants undergoing painful procedures (Cochrane Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(3):CD001069.

¹⁷Departament de Sanitat i Seguretat Social. Recomanacions per a la prevenció de la infecció als Centres Sanitaris: Antièptics i Desinfectants. [Monografía en Internet]. Barcelona; 2006 [acceso 25 de agosto de 2006]. Disponible en:

<http://www.gencat.net/salut/depsan/units/sanitat/pdf/antiseptics.pdf>

¹⁸Ryder 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.

¹⁹Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ. Prospective randomized trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous access and arterial catheters. *Lancet* 1991; 338:339-43.

²⁰Humar A, Ostromecki A, Direnfeld J, et al. Prospective randomized trial of 10 % povidone-iodine versus 0,5 % tincture of clorhexidine as cutaneous antisepsis for prevention of central venous catheter infection. Clin Infect Dis 2000; 31:1001-7.

²¹Lee OK, Johnston L. A systematic review for effective management of central venous catheters and catheter sites in acute care paediatric patients. Worldviews Evid Based Nurs 2005; 2: 4-13; discussion 14-5.

²²Ryder M. Evidence-based practice in the management of vascular access devices for home parenteral nutrition therapy. JPEN J Parenteral Enteral Nutr 2006; 30(1 Suppl):S82-93.

²³Kerner JA Jr, Garcia-Careaga MG, Fisher AA, Poole RL. Treatment of catheter occlusion in pediatric patients. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2006; 30(1 Suppl):S73-81

²⁴Rummel MA, Donnelly PJ, Fortenbaugh CC. Clinical evaluation of a positive pressure device to prevent central venous catheter occlusion: results of a pilot study. Clin J Oncol Nurs 2001;5(6):261-5.

²⁵Kerner Jr JA. Parenteral Nutrition. En: Walter, Watkins, Duggan. Nutrition in Pediatrics. 3th ed. London: BC Decaer Inc; 2003. p. 957-85.

REQUERIMIENTOS EN NUTRICIÓN PARENTERAL PEDIÁTRICA

Cecilia Martínez Costa¹ y Consuelo Pedrón Giner².

¹Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital Clínico. Universidad de Valencia. ²Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, UAM. Madrid

El objetivo de la nutrición artificial en el niño enfermo es suministrar las demandas específicas debidas a su enfermedad manteniendo un balance de energía positivo que permita un crecimiento y desarrollo adecuados. De forma particular, en la nutrición parenteral (NP) los requerimientos de energía y de nutrientes son singulares y los detallamos a continuación.

1. Requerimientos energéticos

Clásicamente, la principal preocupación a la hora de prescribir una NP era el no alcanzar las necesidades energéticas del paciente; sin embargo, actualmente, el problema se centra más en las consecuencias negativas a las que conduce el exceso o desequilibrio de los diversos nutrientes. La estimación de las necesidades energéticas en los niños con NP precisa considerar los distintos componentes del gasto energético y el hecho de que la mayoría de ellos están hospitalizados, inactivos, en ocasiones sin alimentación enteral y con diversos grados de estrés metabólico.

1.1 Componentes del gasto energético del niño

La energía ingresada diariamente con los macronutrientes, en su mayor proporción va a ser utilizada por el organismo (energía metabolizable) excepto una pequeña parte que se pierde de forma obligada (orina, heces, sudor). Esta energía disponible se va a consumir en el metabolismo basal, en la termogénesis de los alimentos (ambos constituyen el gasto energético en reposo, GER), en la termorregulación, en la actividad física y en el crecimiento (1). Este último es el que diferencia esencialmente la nutrición del niño respecto a la del adulto haciéndolo

especialmente vulnerable en épocas de crecimiento acelerado. La suma de todos ellos constituye el gasto energético total (GET) cuyo principal componente es el metabolismo basal (1,2). De este modo, el balance energético del niño será:

$$\text{Balance energético} = \text{energía aportada} - (\text{GET} + \text{pérdidas})$$

Si sobra energía ésta se almacenará en forma de grasa y si falta se movilizarán los depósitos orgánicos.

En el niño enfermo estas circunstancias pueden tener variaciones sustanciales. Aunque hay que contemplar los requerimientos suplementarios para la recuperación de la desnutrición, se debe poner especial cuidado en evitar el exceso de energía debido a las complicaciones que puede comportar: esteatosis hepática, hiperglucemia e infecciones. Clásicamente se ha hecho un gran énfasis en el balance negativo generado por el estrés, sin embargo, diferentes estudios en niños sometidos a cirugía o que precisan cuidados intensivos demuestran que el aumento del gasto metabólico no es tan grande como se creía y se produce sólo en las primeras 24 horas. En general, el paciente encamado tiene un GET generalmente disminuido por la inactividad lo que puede en parte compensar el incremento condicionado por diversos mecanismos (inflamación, pérdidas por ostomías...)(3,4).

1.2 Cálculo de los aportes energéticos en el niño con NP

El cálculo de los requerimientos energéticos debe realizarse de forma individualizada, según edad, estado nutricional y enfermedad subyacente. En pacientes con enfermedades que conlleven alto riesgo de desnutrición y en los hospitalizados, el mejor método es el cálculo del GER corregido por un factor que incluye la actividad y el grado de estrés.

La forma más idónea de conocer el GER es mediante calorimetría indirecta que determina el O₂ consumido y el CO₂ eliminado durante la oxidación de los nutrientes, obteniendo el cociente respiratorio (VCO₂/VO₂). Sin embargo, la mayoría de los clínicos no disponen de esta técnica y por tanto, precisan aproximar las necesidades energéticas con cálculos orientativos mediante ecuaciones de predicción, siendo la más aceptada la fórmula de Schofield (5). Si no se dispone de

la talla se puede emplear la de Schofield para el peso o la fórmula de la OMS (6) (tabla 1) (2,3,4). Para lactantes hasta 9 kg se ha publicado una ecuación específica que mejora las anteriores y que se detalla en la misma tabla (7). En los adolescentes obesos se recomienda calcular el GER según la ecuación de Dietz (tabla 1) (3,8).

Una vez calculado el GER tal como se indica en la tabla 1 se corregirá por un factor que tenga en cuenta el estrés de la enfermedad y la actividad considerando que ambos se van a compensar en la mayoría de los casos. Generalmente para evitar la sobrealimentación se suele emplear un factor de multiplicación 1,1 a 1,2 en niños con enfermedad de moderada intensidad. En situaciones graves este factor se puede incrementar hasta 1,5-1,6.

En pacientes críticos se ha desarrollado una fórmula nueva que correlaciona muy bien con el GER medido (4) y que se expone así mismo en la tabla 1.

Algunos autores recomiendan cantidades aproximadas de energía según la edad que se recogen en la tabla 2 (4).

Los niños con desnutrición requieren calorías extra para el “catch up” y por ello el cálculo de calorías no se hará en función del peso actual sino del peso ideal para su talla, teniendo en cuenta que, en estos pacientes, hay que administrarlos de forma muy progresiva.

Aplicando los cálculos resumidos en la tabla 1 realizaremos un ejemplo: Niño 8 años sometido a NP tras intervención por peritonitis. El cálculo del GER para su peso de 24 kg según la ecuación de Schofield es de 1.050 kcal y corregido por un factor actividad-estrés de 1,2 supondrá un total de aproximadamente 1.260 kcal/día (53 Kcal/kg/día).

Distribución calórica.- Una vez calculada la energía total diaria es fundamental que su aporte en principios inmediatos esté equilibrado, para conseguir una adecuada retención nitrogenada y evitar alteraciones metabólicas (3). El cálculo de los requerimientos de proteína debe realizarse siempre en primer lugar y es el que determina el resto del aporte calórico no proteico. Se recomienda 150 – 200 kcal no proteicas por cada gramo de nitrógeno lo que equivale a 24 – 32 kcal no proteicas /gramo de proteína (9,10). Para calcular los gramos de nitrógeno se divide la cantidad total de aminoácidos por 6,25 (el contenido de nitrógeno de la proteína

es aproximadamente del 16%). Estos aportes vienen a suponer una distribución calórica final de 12-16 % de las calorías en forma de aminoácidos y el resto, que constituyen las kcal no proteicas, se reparten aproximadamente entre lípidos 25-40% y glucosa 75-60 % (4).

En circunstancias de estrés elevado, la relación puede ser llegar a 100/1 a 130/1 pero, incrementando el aporte calórico total si es posible y con precaución.

2. **Requerimientos proteicos**

Las proteínas se suministran en forma de soluciones de aminoácidos (AA) y son esenciales para mantener la masa corporal magra. Su aporte debe minimizar el catabolismo proteico inducido por el estrés y el ayuno, y favorecer la síntesis proteica sin producir complicaciones hepáticas y/o renales.

Los aportes recomendados según la edad se recogen en la tabla 3 (4,11). Se debe mantener entre 12–16 % del valor calórico total. Estudios recientes sustentan la importancia de alcanzar rápidamente las dosis máximas incluso en el neonato pretérmino siempre que se guarde la relación nitrógeno/kcal no proteicas. En el RNPT es segura su utilización desde el primer día con un aporte mínimo de 1,5 g/kg/día que evite el balance nitrogenado negativo (4). Actualmente se tiende a comenzar con 2,5-3 g/kg/día incluso desde el primer día, siendo necesario aportes hasta de 4 g/kg/día para favorecer la retención proteica (3,4,12). Las recomendaciones de la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition parecen deficitarias especialmente a partir del año de edad (13). En los casos especiales en que exista desnutrición grave con riesgo de síndrome de realimentación, la introducción será más lenta.

Las soluciones de AA parenterales deben contener una adecuada proporción de aminoácidos esenciales y no esenciales; conviene recordar que los AA no esenciales pueden ser esenciales en determinadas circunstancias dependientes de la edad, estrés y enfermedad subyacente. En estas condiciones la adición de AA específicos podría ser beneficiosa como es el caso de la glutamina en estados catabólicos y para la prevención de la atrofia intestinal del enfermo crítico (11, 14) aunque estos efectos no han sido demostrados. La cisteína, tirosina y taurina son AA semiesenciales en el RN a término (RNT) y RNPT lo que obliga a su inclusión en las

soluciones parenterales administradas en esta edad. La cisteína es un sustrato para el glutatión y por ello tiene propiedades antioxidantes. La taurina puede mejorar la colestasis neonatal y prevenir la alteración retiniana (4,12).

3. Requerimientos de lípidos

Los lípidos deben formar parte de las soluciones de NP por su elevada densidad calórica, por ser fuente de ácidos grasos esenciales, por disminuir la osmolaridad de la solución y por evitar los efectos negativos de la sobrecarga de glucosa. Además, se ha demostrado que su adición a la NP mejora el balance de nitrógeno (12). Se recomienda que constituyan del 25 al 40% de las calorías no proteicas, pero su máxima oxidación se produce cuando suministran el 40 % de las calorías no proteicas en el RN y hasta el 50% en resto de los lactantes (4). Los aportes máximos diarios recomendados en NP son (tabla 4): 3-4 g/kg/día (0,13-0,17 g/kg/hora) en lactantes, incluidos los RNPT, y 2-3 g/kg/día en niños (0,08-0,13 g/kg/hora) (3,4). Como ya hemos mencionado, es más importante que la mezcla total sea equilibrada que su introducción progresiva; no obstante, los incrementos paulatinos de 0,5-1 g/kg/día (especialmente en pretérminos de muy bajo peso (12)), permiten controlar la hipertrigliceridemia que no debe superar la concentración de 250 mg/dL en lactantes y 400 mg/dL en los niños mayores (4,16,20).

En algunas circunstancias, hay que tener precaución y reducir los aportes (0,5-1 g/kg/día) garantizando el aporte de ácidos grasos esenciales: infecciones graves (disminución de lipoproteinlipasa); hiperbilirrubinemia neonatal (riesgo kernicterus); trombocitopenia $<100.000/\text{mm}^3$; insuficiencia hepática y enfermedades pulmonares (15).

Se recomienda incluirlos en la bolsa junto a aminoácidos y glucosa en forma de soluciones ternarias, a no ser que sea inestable debido a su composición (ver apartado de Preparación). Se sugiere considerar la incorporación de carnitina en NP de más de 4 semanas (4,9). La adición de heparina no mejora la utilización lipídica por lo que no debe administrarse de rutina (incluso, también, puede afectar a la estabilidad). En neonatos sin embargo, se aconseja en muchas unidades la adición

de heparina con el objetivo de disminuir la formación de fibrina en los catéteres de larga duración y con ello, la reducción de la adhesión bacteriana (16).-

Actualmente se consideran seguras las soluciones mixtas de triglicéridos de cadena larga y de cadena media (LCT y MCT) y las soluciones basadas en aceite de oliva por sus aportes de ácido oleico, mejorar los niveles de vitamina E y por disminuir la peroxidación lipídica (14,17,18,19). Se recomiendan las soluciones al 20% por producir menor elevación de lípidos plasmáticos y tener una relación triglicéridos/fosfolípidos más adecuada (3,12) (ver Componentes de la NP).

4. Requerimientos de glucosa

La D-glucosa es el hidrato de carbono indicado en la NP. Es responsable, en gran parte, de la osmolaridad de la solución. Su aporte no debe exceder el 60-75% de las calorías no proteicas (50 % kcal totales) (4,11). El ritmo de infusión (mg/kg/minuto) debe ser progresivo y dependiente de la edad, tal y como se detalla en la tabla 5, con el fin de evitar la hiperglucemia y la diuresis osmótica. En pacientes críticos el ritmo de infusión de glucosa puede tener que limitarse a 5 mg/kg/minuto (4).

Su concentración en la solución parenteral por vía periférica no debe sobrepasar el 10 % -12%; sin embargo, por vía central se puede incrementar en función del aporte de líquido (11,20).

Especial cuidado se debe tener con los RNPT por su susceptibilidad a la hipo e hiperglucemias y en los casos de desnutrición grave en los que se debe realizar el aporte muy progresivo (10) para evitar el síndrome de realimentación.

Las principales consecuencias de los aportes excesivos de glucosa e insuficientes de lípidos son: 1) La hiperglucemia, con retención hídrica y diuresis osmótica; 2) El aumento en la producción de CO₂ con incremento del cociente respiratorio (VCO₂/VO₂) y la retención hídrica que pueden inducir insuficiencia respiratoria en pacientes con función pulmonar comprometida; 3) La esteatosis y la alteración de la función hepática; y 4) El aumento del riesgo de infección (4,11,14,15).

La tolerancia a la glucosa depende de muchas circunstancias (estado metabólico, enfermedad aguda, modo de administración continuo vs cíclico); por ello, debe de monitorizarse con frecuencia.

El uso de insulina debe restringirse a casos de difícil control de la hiperglucemia (4). En caso de precisarse insulina se recomienda administrarla en perfusión continua conectada en "Y" a la infusión de nutrición parenteral. En neonatos, como su respuesta puede ser muy variable pudiendo ocasionar hipoglucemias profundas, se recomienda administrar a dosis de 0,02-0,04 U/kg/hora poniendo especial cuidado en preparar una dilución adecuada (hasta 0,05 a 0,2 unidades/mL).

5. Requerimientos de agua y electrolitos

Los requerimientos de agua para la NP se calcularán en función de la edad, tamaño corporal, estado de hidratación, factores ambientales y enfermedad subyacente.

-En el RNT y especialmente en el RNPT, los aportes hídricos deben ser muy cuidadosos y ajustados a su fase de adaptación postnatal (tablas 6a y 6b). Se deben contemplar tres momentos especiales (4,12):

1) Fase de transición, inmediata al nacimiento (primeros 3-6 días), caracterizada por oliguria seguida de poliuria, horas o días después, que finaliza cuando se da la máxima pérdida de peso. En el pretérmino el aporte de líquidos guarda relación inversa con el peso al nacer debido a las pérdidas insensibles transcutáneas muy elevadas (20,21). De este modo en los RNPT de peso > 1500 gramos, se comenzará con 60-80 mL/kg/día el primer día, y en los de peso < 1500 g se iniciará con aportes de 80-90 mL/kg/día, con incrementos progresivos en ambos en los días siguientes (4, 21).

2) Fase intermedia, de duración 5-15 días, en la que disminuyen las pérdidas cutáneas, la diuresis se incrementa a 1-2 mL/kg/hora y disminuye la excreción de sodio.

3) Fase de crecimiento estable que se caracteriza por un balance positivo de agua y sodio paralelo al incremento ponderal.

-En el lactante a partir del mes de edad se administrarán 100 mL/kg/día, más las pérdidas extraordinarias (120-150, máximo 180 mL/kg/d).

-En el resto de las edades se realizará el cálculo de Holliday-Segar (mantenimiento)(22) al que se sumarán los requerimientos específicos y las pérdidas extraordinarias (4,10,11,15). De forma aproximada se administrarán: de 1-2 años, 80-120 mL/kg/d; de 3-5 años, 80-100 mL/kg/d; de 6-12 años 60-80 mL/kg/d; y de 13-18 años, 50-70 mL/kg/d. (4) (Tabla 6b).

Debe vigilarse el peso, el estado de hidratación y las constantes hemodinámicas (frecuencia cardíaca, tensión arterial), la diuresis, la densidad urinaria y el balance hidroelectrolítico según se indica en el capítulo de monitorización. Diversas condiciones pueden modificar estos cálculos: 1) El exceso de líquidos en el RNPT puede asociarse a persistencia del ductus arterioso, displasia broncopulmonar y hemorragia intraventricular por ello, en esta edad, se debe tener especial cuidado con el balance hidroelectrolítico; 2) Las necesidades se pueden incrementar en situaciones de: fiebre, fototerapia con calor radiante, diarrea, vómitos, aspiración gástrica, glucosuria, poliuria, deshidratación, hiperventilación y estados hipercatabólicos; 3) Puede ser necesaria la restricción hídrica en: Insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal oligoanúrica, enfermedad respiratoria y situaciones que cursan con edema.

En relación a los electrolitos, en la tabla 6b se resumen las necesidades para cada edad. Los aportes a los RN y especialmente a los pretérmino se harán adecuándose a sus cambios biológicos de adaptación postnatal. Es imprescindible tener en cuenta el ingreso de electrolitos por fármacos y por otras perfusiones; por ello se requiere la monitorización frecuente (10,15).

En pacientes que han sufrido cirugía abdominal y particularmente los que tienen ostomías se deben corregir las pérdidas digestivas con fluidos cuya composición en iones se asemeje al del contenido intestinal y que se resumen en la tabla 7 (11,19,23). Con el fin de adaptarse lo máximo posible a la situación del paciente, se recomienda su reposición con otras soluciones electrolíticas independientes de la NP que puedan ajustarse a lo largo del día en ritmo y composición.

Se debe tener especial cuidado en la terapia nutricional del niño muy desnutrido particularmente al inicio evitando el aporte rápido y excesivo de fluidos y ajustando muy bien los aportes de iones, evitando el exceso de sodio y administrando potasio

de forma muy progresiva (19) (ver síndrome de realimentación en el apartado de complicaciones).

6. **Requerimientos de minerales y oligoelementos.**

Los requerimientos de minerales varían según la edad y peso corporal (tabla 8) (10,15). Las cantidades de calcio y fósforo totales están limitadas por su solubilidad que dependen del pH de la fórmula (un pH alcalino favorece la precipitación) y de la proporción entre ambos. Sin embargo, si se utilizan fuentes orgánicas de fosfato es posible alcanzar todos los requerimientos (ver Componentes de la NP y Preparación). Para conseguir una mejor retención fosfo-cálcica se recomienda una relación calcio:fósforo molar de 1,1-1,3/1 o una relación por peso de 1,3-1,7/1 (10). En el pretérmino, aunque algunos autores recomiendan cantidades superiores de calcio y de fósforo; nos parece más conveniente las reseñadas en la tabla, ya que hay que tener en consideración que diversos factores como la acidosis, el uso de diuréticos y de corticoides pueden favorecer la nefrocalcinosis.

Los oligoelementos (tabla 9) suelen administrarse de forma conjunta, aunque es posible proporcionar algún elemento aislado como el zinc. Es controvertida la adición de hierro a las fórmulas de NP; se ha administrado el hierro dextrano muy diluido sin complicaciones, sin embargo se piensa que puede aumentar el riesgo de infección. Además, tanto el hierro como el cobre favorecen la peroxidación cuando se adicionan a soluciones ternarias (10).

Se recomienda si la NP es mixta (con enteral) administrar zinc diariamente y el resto de oligoelementos de forma periódica (semanal). El manganeso cuando se administra a dosis elevadas es un tóxico hepático y del sistema nervioso central. El cobre y manganeso se deben limitar en caso de colestasis y en enfermedades renales, el selenio, molibdeno y cromo (4,10,15).

7. **Requerimientos de vitaminas**

Las recomendaciones en vitaminas para el RNPT y resto de las edades, se recogen en la tabla 10 constituyendo una síntesis de las principales recomendaciones (11,12,13,14,15), dado que los requerimientos óptimos en NP

aún no han sido bien establecidos. Así lo reconoce en sus guías la ESPGHAN y la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) (4). Como se expone en la misma, actualmente se dispone de un preparado comercial que cubre estas necesidades (Infuvite Pediatric®). Las dosis para neonatos y resto de las edades, se especifican en la misma tabla. El sistema de infusión deberá estar protegido de la luz y ser lo más corto posible (15).

BIBLIOGRAFIA

1. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids, 2002. www.nap.edu
2. Dugan Ch. Nutritional assessment and requirements. En: Walter WA, Durie PR, Hamilton JR, Walter-Smith JA, Watkins JB, eds. Pediatric gastrointestinal disease. 3th ed. Hamilton, Ontario: BC Decker Inc, 2000; 1691-705.
3. Shulman RJ, Phillips S. Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003; 36:587-607.
4. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Guidelines on Pediatric Parenteral Nutrition of ESPGHAN and European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by European Society of Pediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41: S1-S87.
5. Schofield W. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human Nutr Clin Nutr* 1985; 39C (suppl 1); 5-41.
6. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. Geneva: WHO, 1985.
7. Duro D, Rising R, Cole C, Valois S, Cedillo M, Lifshitz F. New equations for calculating the components of energy expenditure in infants. *J Pediatr* 2002; 140: 534-9.
8. Dietz WH, Bandini LG, Schoeller D. Estimates of metabolic rate in obese and non obese adolescents. *J Pediatr* 1991;118: 146-9.

9. Okada A, Imura K. Parenteral nutrition in neonates. En: Rombeau JL, Caldwell MD, eds. Clinical nutrition: Parenteral nutrition. 2nd ed, Philadelphia: WB. Saunders Company, 1993;756-69.
10. Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R y Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. An Esp Pediatr 2000; 52 (supl 3): 1-33.
11. Baker SS, Baker RD. Parenteral Nutrition. En: Walter WA, Goulet O, Leinman R, Herman M, Shneider L, Sanders IR, eds. Pediatric gastrointestinal disease. 4th ed. Hamilton, Ontario: BC Decker Inc, 2004; 1958-80.
12. Rigo J, De Curtis M. Parenteral nutrition in premature infants. En: Guandalini S, ed. Textbook of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. London: Taylor and Francis, 2004;619-38.
13. 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 2002; suppl 1:1SA-138SA.
14. Goulet O, Colomb V. Parenteral nutrition in infants and children. En: Guandalini S, ed. Textbook of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. London: Taylor and Francis, 2004; 555-78.
15. Martínez Costa C. Nutrición artificial. En: Cruz M, 9^a ed. Madrid: Ergón 2006; 684-90.
16. Georgieff MK. Nutrition. En: MacDonald MG, Mullett MD, Seshia M, eds. Avery's Neonatology. Pathophysiology and management of the newborn. 6^a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005; 380-411.
17. Göbel Y, Koletzko B, Böhles HJ, et al. Parenteral fat emulsions based on olive and soybean oils: A randomized clinical trial in preterm. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2003; 37: 161-7.
18. Goulet O, Potter S, Antébi E, et al. Long-term efficacy and safety of a new olive oil-based intravenous fat emulsion in pediatric patients: A double-blind randomized study. Am J Clin Nutr 1999; 70:338-45.
19. Goulet O. Parenteral nutrition. En: Gracey M, Walker-Smith JA. Diarrheal disease. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997;317-38.

20. Ellard D, Olsen I, Sun Y. Nutrición. En: Cloherty JP, Eichendwald EC, Stark AR, eds. Manual de cuidados neonatales. 4ª ed. Barcelona: Masson, 2005;133-57.
21. Lin PW, Simmons CF. Tratamiento hidroelectrolíticos. En: Cloherty JP, Eichendwald EC, Stark AR, eds. Manual de cuidados neonatales. 4ª ed. Barcelona: Masson, 2005; 117-32.
22. Holliday MA, Segar WE. Maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics 1957; 19:823.
23. Graef JW, Cone TE, eds. Manual of Pediatric Therapeutics. 2nd ed, Boston: Little Brown & Company, 1980; 191.

Tabla 1

Ecuaciones de predicción para el cálculo de los requerimientos energéticos en NP (kcal/día)

Cálculo del GER	Schofield		OMS
	Con el peso	Con el peso y la talla	
Niños:			
0-3 años¹	$59,48 \times P - 30,33$	$0,167 \times P + 1517,4 \times T - 617,6$	$60,9 \times P - 54$
3-10 años	$22,7 \times P + 505$	$19,6 \times P + 130,3 \times T + 414,9$	$22,7 \times P + 495$
10-18 años	$13,4 \times P + 693$	$16,25 \times \text{peso} + 137,2 \times \text{talla} + 515,5$	$17,5 \times P + 651$
Niñas:			
0-3 años¹	$58,29 \times P - 31,05$	$16,25 \times P + 1023,2 \times T - 413,5$	$61 \times P - 51$
3-10 años	$20,3 \times P + 486$	$16,97 \times P + 161,8 \times T + 371,2$	$22,4 \times P + 499$
10-18 años	$17,7 \times P + 659$	$8,365 \times P + 465 \times T + 200$	$12,2 \times P + 746$

P = peso (kg); T=talla (m)

Requerimientos energéticos totales (kcal/día): GER x factor (1,1-1,2)

Requerimientos especiales:

¹Lactantes < 9 kg peso (7):

<p>-GET (kcal/día): Con el peso: $[98,07 \times P \text{ (kg)}] - 121,73$ Con el peso y talla: $[10,66 \times T \text{ (cm)}] + [73,32 \times P \text{ (kg)}] - 635,08$</p> <p>-GER (kcal): Con el peso: $[84,5 \times P \text{ (kg)}] - 117,33$ Con el peso y talla: $[10,12 \times T \text{ (cm)}] + [61,02 \times P \text{ (kg)}] - 605,08$</p>

Críticos (4):

-GET: $[(17 \times \text{edad en meses}) + (48 \times P \text{ en kg}) + (292 \times T^a \text{ corporal en } ^\circ\text{C}) - 9677] \times 0,239$.

Adolescentes obesos (3,8): Chicos: $[16,6 \times P \text{ real (Kg)}] + [77 \times T \text{ (metros)}] + 572$

Chicas: $[7,4 \times P \text{ real (Kg)}] + [482 \times T \text{ (metros)}] + 217$

(Modificado de referencias 3,4,5,6,7,8,10)

Tabla 2

Necesidades energéticas aproximadas en NP según la edad

Edad (años)	Kilocalorías / kg peso / día
Recién nacido pretérmino	110-120 hasta 150
0 a 1	90-100
1 a 7	75-90
7 a 12	60-75
12 a 18	30-60

(modificado de referencia 4)

Tabla 3
Necesidades de aminoácidos en NP según la edad

Edad	Gramos / kg peso / día Pacientes estables	
	Límites	Recomendaciones
Recién nacido pretérmino	1,5-4	2,5-3,5
Recién nacido a término	1,5-3	2,3-2,7
2º mes a 3 años	1,0-2,5	2,0-2,5
3-5 años	1,0-2,0*	1,5-2
6-12 años	1,0-2,0*	1-1,5
Adolescentes	1,0-2,0	1-1,5

*En pacientes críticos se puede incrementar hasta 3 g/kg/día

(modificado de referencia 4)

Tabla 4
Requerimientos de lípidos en NP según edad

EDAD	APORTES MÁXIMOS g/kg/d	RITMO DE INFUSIÓN g/kg/hora
Lactantes (incluidos RNPT)	3-4	0,13-0,17
Niños	2-3	0,08-0,13

(modificado de referencias 4, 12)

Tabla 5
Requerimientos de glucosa en NP según edad

EDAD	DOSIS INICIAL mg/kg/minuto g/kg/d	DOSIS MÁXIMA mg/kg/minuto g/kg/d
RNPT	4-8 6-12	11-12 16-18
Lactantes y niños hasta 2 años	5-7 7- 10	11-12 16-18
Resto de edades	3-5 4-7	8-10 10-14

(modificado de referencias 4, 15)

Tabla 6a
Aportes de agua y electrolitos en NP*

	Agua (ml/kg/día)			Sodio (mEq/kg/día)			Potasio (mEq/kg/día)		
	Fase transición	Fase intermedia	Fase estable	Fase transición	Fase intermedia	Fase estable	Fase transición	Fase intermedia	Fase estable
RNT	60-120	140	140-170	0-3 (5)**	2-5	2-3	0-2	1-3	1,5-3
RNPT > 1500 g	60-80	140-160	140-160	0-3 (5)**	3-5	3-5 (7)**	0-2	1-3	2-5
RNPT < 1500 g	80-90	140-180	140-180	0-3 (5)**	2-3 (5)**	3-5 (7)**	0-2	1-2	2-5

* Incluye el aporte progresivo por vía enteral.

RNT = RN a término; RNPT = RN pretérmino

**Fase poliúrica (valores entre paréntesis)

(modificado de referencias 4,21)

Tabla 6b
Aportes de agua y electrolitos en NP

Electrolitos	>1 ^{er} mes – 1 año /kg/d	> 1 año – 12 años /kg/d
Agua (mL)	100 mL (más las pérdidas)	Holliday-Segar* (más las pérdidas)
Sodio (mEq)	2-3	2-3
Cloro (mEq)	2-3	2-3
Potasio (mEq)	1-3	1-3

***Holliday-Segar (mantenimiento):**

- Hasta 10 kg, 100 mL/kg (total 1000 mL);
- Entre 10 y 20 kg = 1000 mL por los primeros 10 kg más 50 mL/kg por los segundos 10 kg (total 1500 mL) ;
- A partir de 20 kg = 1500 mL por los primeros 20 kg más 20 mL/kg por los kilos que superen 20 kg. Máximo 2000-2500 mL/24 horas.

Tabla 7
Composición de los fluidos digestivos

Origen del fluido digestivo	Sodio (mMol/L)	Potasio (mMol/L)	Cloro (mMol/L)	Bicarbonato (mMol/L)
Gástrico	30-80	5-20	100-150	0-5
Intestino delgado proximal	100-140	5-15	90-130	50
Biliar	100-140	5-15	80-120	40-80
Ileostomía	50-130	15-20	50-115	20-40
Colostomía	50-60	20-30	40-60	30-40
Diarrea -osmótica -secretora	54 120	33 40	94 94	20-50

(variaciones considerables según referencias 11,19,23)

Tabla 8
Aportes de minerales en NP

	RNPT /kg/d	RN /kg/d	<1año /kg/d	1-11 años /kg/d	12-15 años /kg/d
Calcio (mg)	40-90	40-60	20-25	10-20	4,5-9
(mM)	1-2,25	1-1,5	0,5-0,6	0,25-0,5	0,12-0,2
(mEq)	2-4,5	2-3	1-1,2	0,5-1	0,2-0,4
Fósforo (mg)	40-70	30-45	10-30	8-22	5-10
(mM)	1,3-2,25	1-1,5	0,3-1	0,25-0,7	0,16-0,3
(mEq)	2,6-4	2-3	0,6-2	0,5-1,5	0,3-0,6
Magnesio (mg)	3-7	3-6	3-6	3-6	2,5-4,5
(mM)	0,12-0,3	0,12-0,25	0,12-0,25	0,12-0,25	0,1-0,2
(mEq)	0,25-0,6	0,25-0,5	0,25-0,5	0,25-0,5	0,2-0,4

- RNPT = RN pretérmino; RNT = RN a término.
- Calcio: 1mM = 40mg = 2mEq (gluconato Ca 10%: 100 mg = 9 mg Ca); Fósforo: 1mM = 31mg = 2mEq (relación calcio/fósforo = 1,1-1,3/1); Magnesio: 1mM = 24 mg = 2mEq

(modificado de referencias 10,15)

Tabla 9
Aportes de oligoelementos en NP

Elemento	RNPT mcg/kg/d	RNT - 1 año mcg/kg/d	Resto edades mcg/kg/d
Fe	100	100	1 mg/d
Zn	400	250 < 3meses 100 > 3meses	50 (máx 5000 mcg/d)
Cu	20	20	20 (máx 300 mcg/d)
Se	2	2	2 (máx 30 mcg/d)
Cr	0.2	0.2	0.2 (máx 5 mcg/d)
Mn	1	1	1 (máx 50 mcg/d)
Mo	0.25	0.25	0.25 (máx 5 mcg/d)
I	1	1	1 (máx 50 mcg/d)

Tabla 10

Recomendaciones y preparado de vitaminas en NP

Vitamina	RNPT (dosis/kg/día)	Lactante-Niño (dosis/día)	Infuvite Pediatrico® 5 ml
Vitamina A (UI)	700-1.500¹	1.500-2.300	2.300
Vitamina E (mg)	3,5	7-10	7
Vitamina K (mcg)	8-10	50-200	200
Vitamina D (UI)	40-160	400	400
Ascórbico (mg)	15-25	80-100	80
Tiamina (mg)	0,35-0,5	1,2	1,2
Riboflavina (mg)	0,15-0,2	1,4	1,4
Piridoxina (mg)	0,15-0,2	1	1
Niacina (mg)	4-6,8	17	17
Pantoténico (mg)	1-2	5	5
Biotina (mcg)	5-8	20	20
Folato (mcg)	56	140	140
Vitamina B₁₂ (mcg)	0,3	1	1

- Equivalencias: 1 mcg de vitamina A = 3,3 UI; 1 mcg de vitamina D = 10 UI
- ¹RNPT (recién nacido pretérmino) con enfermedad pulmonar: 1.500-2.800 UI
- Dosis Infuvite Pediatrico®: RNPT <1 kg peso 1,5 mL; 1-3 kg peso 3 mL; Resto edades: 5 mL.

(modificado de referencias 3, 4,11-15)

MODIFICACIONES EN SITUACIONES ESPECIALES

Consuelo Pedrón Giner¹, Cecilia Martínez Costa²

¹Sección de Gastroenterología y Nutrición. Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, UAM. Madrid. ²Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Hospital Clínico. Universidad de Valencia.

Entre los pacientes pediátricos que precisan nutrición parenteral (NP) existen una serie de circunstancias que hacen necesario matizar las consideraciones sobre requerimientos que se han abordado en otro capítulo de esta guía.

Recién nacidos (RN) pretérmino

Como ya se ha mencionado, es fundamental ser muy cuidadoso con la administración de líquidos y asegurar un aporte proteico precoz.

La fórmula de aminoácidos a administrar debe contener cisteína, tirosina y taurina, ya que éstos son semiesenciales en este periodo de la vida^{1,2,3,4}. Por el momento no hay evidencia de que la administración de glutamina mejore la evolución de estos niños en relación con la mortalidad, desarrollo de sepsis y/o de enterocolitis necrosante, duración de la hospitalización y tiempo de progresión a la alimentación oral⁵. La adición de arginina para prevenir la enterocolitis necrosante en cualquiera de sus estadios, se ha demostrado útil exclusivamente por vía enteral no existiendo estudios por vía parenteral⁶.

Debido a la escasez de sus depósitos, los RN prematuros pueden desarrollar un déficit de ácidos grasos esenciales en muy pocos días (2-3 días) si no se aportan grasas, requiriendo como mínimo 0,25 g/kg/d de ácido linoleico. Sin embargo, su administración precoz debe ser cuidadosa sobre todo en RN con peso al nacer menor de 800 g por la posibilidad de efectos adversos graves (enfermedad pulmonar y aumento de mortalidad). En neonatos con un peso superior, la infusión lenta (en 24 horas), monitorizando los niveles de lípidos soslaya este posible efecto secundario. Hay que tener especial cuidado en los pacientes con hiperbilirrubinemia en

los que los ácidos grasos libres pueden competir con la bilirrubina libre por la albúmina aumentando el riesgo de toxicidad. Es imprescindible proteger de la luz los sistemas de infusión para evitar la formación de lipoperóxidos.

La administración de minerales y oligoelementos, con especial atención al zinc es prioritaria en estos pacientes debido a la escasez de sus depósitos y sus demandas para el crecimiento.

Pacientes críticos

En primer lugar conviene insistir sobre la importancia de ajustar el aporte de energía al gasto calórico total del niño hospitalizado y encamado que puede estar reducido por la disminución de la actividad física^{1,7}. Sin embargo, no hay que olvidar que, al menos en niños que requieren cuidados intensivos, es mucho más frecuente la administración insuficiente o desequilibrada de nutrientes que la sobrealimentación⁸. Estudios de calorimetría indirecta realizados en niños graves con sepsis, traumatismos o síndrome de respuesta inflamatoria sistémica han puesto de manifiesto este hecho^{9,10}. Por ello se debe ser flexible con el ingreso "apropiado" monitorizando la ganancia de peso del paciente (líquido vs tejido) y la evidencia de sobrealimentación¹¹ (incremento en la producción de anhídrido carbónico e hiperglicemia principalmente, que puede condicionar aumento del riesgo de infección, alteración de la función hepática con desarrollo de esteatosis y colestasis e hiperlipidemia).

En niños con estrés metabólico se recomienda iniciar la NP con el siguiente aporte de sustratos^{2,3}:

Edad	Proteínas (g/kg/d)	CHO (g/kg/d)	Grasas (g/kg/d)
< 2 años	2,5-3	8,5-10	1
2-11 años	2	5	1
≥ 12 años)	1,5-2	5	0,5

La mejoría en el estado clínico del paciente, valorado mediante la disminución de la PCR y la excreción de nitrógeno urinario y el aumento de la prealbúmina, permitirá³ aumentar los aportes hasta las necesidades estimadas para edad y peso^{4,7}.

Los pacientes con **traumatismos craneoencefálicos** presentan aumento del GER cuando se realiza calorimetría indirecta¹², que sin embargo, disminuye cuando se somete a bloqueo neuromuscular e hipotermia. El objetivo terapéutico nutricional vendrá condicionado por la tolerancia, por lo que precisan el mismo tipo de cuidados y monitorización que otros pacientes críticos.

Los estudios realizados en pacientes con **quemaduras** muestran una relación inversa entre el GER y la realización de una analgesia eficaz reduce claramente el hipermetabolismo¹³. Hay que actuar de forma similar a la de otros pacientes críticos. El uso rutinario de glutamina aún requiere la realización de estudios con mayor número de pacientes para poderlo recomendar¹⁴. En estos pacientes se considera imprescindible el suplemento de zinc (por el aumento de las pérdidas cutáneas y urinarias) y de cobre^{2,3}.

Cirugía mayor

En relación a los aportes energéticos, la determinación del GER por calorimetría indirecta en RN intervenidos de cirugía mayor abdominal y en niños mayores sometidos a cirugía torácica y/o abdominal y/o con soporte extracorpóreo han permitido conocer que no existe un aumento de sus necesidades^{9,10} y que los aportes deben ser moderados, como ya se ha indicado en el paciente crítico y en el capítulo de requerimientos. Estudios con glutamina en RN y niños con cirugía intestinal no han demostrado mejoría en la permeabilidad intestinal ni en la evolución¹⁵.

En cirugía abdominal deben considerarse y reponerse las pérdidas debidas a sondas nasogástricas de descompresión. Como ya se indicó en el capítulo de requerimientos, se recomienda que la reposición se haga con soluciones electrolíticas independientes de la NP porque permiten modificaciones a lo largo del día en ritmo y composición adaptándose al máximo posible a la situación del paciente.

Pacientes con diarrea grave, ileostomía y/o síndrome de intestino corto

Para reemplazar las grandes pérdidas de fluidos y electrolitos que acontecen en estas patologías, hay que valorar cuidadosamente el aporte de Na (más con la excreción urinaria que con los niveles séricos) para conseguir una adecuada repleción y crecimiento. Las pérdidas de zinc por ileostomía y/o por diarrea pueden ser muy elevadas y es necesario considerarlas (ver capítulo de requerimientos)

El uso de glutamina parenteral junto a hormona de crecimiento ha permitido el destete del soporte intravenoso en adultos con intestino corto¹⁶. No existen publicaciones en niños.

Enfermedad inflamatoria intestinal

En los casos en que se indique NP hay que tener un cuidado especial con aquellos factores que influyen en la densidad mineral ósea (por la malabsorción y el tratamiento con corticoides) y con el déficit de zinc y de otros micronutrientes y vitaminas.

Enfermedad hepática

- Fallo hepático agudo

En estas circunstancias es prioritario el aporte de glucosa (6-8 mg/kg/min) para prevenir la hipoglucemia. A pesar del riesgo de hiperamonemia, es importante no restringir en exceso la cantidad de proteínas, porque el catabolismo puede aumentar la amoniogénesis endógena. En lactantes se administrará 1-1,5 g proteína/kg/d y en niños y adolescentes 0,5-1 g/kg peso seco (sin ascitis)/d.

Si existe colestasis progresiva habrá que disminuir el aporte de grasas o incluso suspenderlo temporalmente, siendo imprescindible la monitorización de los niveles séricos de triglicéridos. En estos casos se suspenderán los aportes de cobre y manganeso ya que ambos se excretan por la bilis. Éste último, además, puede dar clínica parkinson-like y además, contribuir al desarrollo de la colestasis particularmente en neonatos.

En situación de hiperaldosteronismo se realizará restricción de sodio y adición de potasio, sobre todo porque la hipopotasemia puede exacerbar la amoniogénesis renal. También puede existir depleción de potasio por aumento de las pérdidas por diarrea o por el uso de diuréticos.

- Hepatopatía crónica¹⁷

El uso de la NP puede, potencialmente, empeorar la función hepática, por lo que en los casos de hepatopatía crónica debe indicarse sólo en aquellos pacientes en los que sea imposible alcanzar los requerimientos por vía digestiva. También puede ser de ayuda en aquellos pacientes que van a ser trasplantados con hígado de donante vivo, programándose el soporte previo a la intervención para minimizar los riesgos.

En general en niños desnutridos que están esperando trasplante se administrarán mezclas de nutrientes con volumen restringido. Es imprescindible un manejo cuidadoso del aporte de electrolitos (limitación de sodio, aporte de potasio) Las necesidades calóricas de estos pacientes pueden estar aumentadas (130-150%) y, en general, no es necesario limitar el ingreso de proteínas por encefalopatía. Se ha comprobado disminución de la tasa de oxidación de glucosa y aumento de los niveles de lípidos séricos, lo que puede obligar al ajuste de las calorías no proteicas. En los casos de colestasis se actuará como se ha descrito más arriba.

Sabemos que las necesidades de aminoácidos de cadena ramificada están elevadas en los niños con hepatopatía grave que precisan trasplante, incluso tras la realización de éste y en los casos de colestasis crónica leve-moderada¹⁸. Sin embargo no hay estudios en niños que demuestren su eficacia; tan solo se ha acreditado su validez en adultos, administrados como suplemento por vía oral en casos con encefalopatía y en cirrosis avanzada, mejorando la evolución y la calidad de vida. Existe una única publicación en niños esperando trasplante, en los que proporcionados por vía oral mejora su evolución¹⁹. Las fórmulas pediátricas contienen una mayor cantidad de aminoácidos ramificados que las de adultos, por lo que podrían aprovecharse con el fin de enriquecer la solución de NP con estos aminoácidos.

Enfermedad renal

Las recomendaciones más recientes consideran de elección la alimentación oral y/o el soporte enteral en el niño con enfermedad renal

crónica²⁰. El aporte calórico debería ser el recomendado para los niños sanos de la misma edad, y el aporte proteico de alto valor biológico, aunque no firmemente establecido, debería ajustarse a las recomendaciones de ingesta de la OMS para la edad, con un suplemento de 0,5-1 g/kg/d en los casos de diálisis peritoneal y 0,4 g/kg/d en hemodiálisis.

Las recomendaciones para NP están establecidas exclusivamente en adultos^{21,22}. Los pacientes con insuficiencia renal aguda y aquellos con insuficiencia renal crónica con una enfermedad grave intercurrente deberían ser manejados como otros enfermos de intensivos. En todos ellos, cuando se apliquen métodos de depuración extrarrenal es necesario hacer frente a las pérdidas que ocasionan (proteínas, vitaminas hidrosolubles, minerales y antioxidantes)

En los casos de alteración crónica, fundamentalmente tubular, el riñón puede no ser capaz de excretar cromo, selenio, molibdeno y zinc, que deberían reducirse o retirarse^{1,2,3}. Es necesario controlar los niveles de vitamina A, y si están elevados, no aportarlos en la NP.

Las indicaciones de NP intradialítica están bien establecidas en adultos desnutridos con insuficiencia renal crónica. En pediatría se ha aplicado en niños a partir de 4 años hasta la adolescencia y sin posibilidades de soporte efectivo enteral, proveyendo 25-30% de las necesidades estimadas de nutrientes y poniendo especial énfasis en el control del volumen que es retirado en la ultrafiltración a lo largo de la hemodiálisis²³.

No existen datos evidentes para el uso en adultos ni en pediatría de fórmulas con alto contenido en aminoácidos esenciales, pero los preparados pediátricos (que tienen mayor contenido en éstos) podrían ser los más indicados. No se ha demostrado la eficacia de los aminoácidos ramificados.

Enfermedad cardiaca

Hay que poner especial atención al volumen y el aporte de sodio. Cuando existe alcalosis metabólica se debe disminuir la relación acetato/cloro.

Post-trasplante de órganos sólidos (hígado, riñón, corazón)

De forma inmediata a la cirugía y hasta la resolución del íleo puede ser necesaria la administración de NP con volumen restringido. Los objetivos nutricionales son: lactantes y niños pequeños: 100-130 kcal/kg/d; 2,5-3 g proteína/kg/d; niños mayores: 70-90 kcal/kg/d y 2-2,5 g proteína/kg/d. Es necesario evitar la sobrealimentación.

Trasplante hematopoyético

Los estudios realizados muestran en general disminución del GER, aunque existen grandes diferencias individuales por lo que es imprescindible ajustar en cada caso los aportes²⁴. La administración de glutamina en el trasplante, sobre todo alogénico, podría mejorar la evolución de los pacientes adultos²⁵. En niños solo se ha mostrado eficaz por vía enteral para mejorar la mucositis en los casos de tumores sólidos y en el trasplante.

Enfermedad respiratoria

Los pacientes con problemas respiratorios importantes pueden empeorar o precisar mayor tiempo de asistencia respiratoria si son sobrealimentados ya que en esta circunstancia aumenta la producción de CO₂. Por ello, hay que ajustar prudentemente los aportes e incorporar grasas testando la tolerancia. Además se restringirán los líquidos. El fósforo es esencial para la síntesis de ATP 2,3 DPG, y crítico para la función pulmonar por lo que debe evitarse la hipofosforemia por sobrealimentación.

Se conoce el efecto de la infusión de lípidos en la función pulmonar, en especial en RN prematuros, como parte del síndrome de sobrecarga grasa (coagulopatía, hepatomegalia, aumento de las enzimas hepáticas, hiperbilirrubinemia, distrés respiratorio y trombopenia). Esta circunstancia, inicialmente atribuida a la hipertrigliceridemia, se relaciona en el momento actual con la conversión de los AGPI a prostaglandinas que condicionan cambios en el tono vasomotor que a su vez desencadena hipoxemia.

Oxigenación mediante membrana extracorpórea (ECMO)

La administración de la NP se puede realizar mediante el circuito de ECMO, con el menor volumen posible. Habría que administrar al menos 60 kcal/kg y 1,5 g proteína/kg.

Pancreatitis

En los pacientes adultos, la NP fue durante años el soporte de elección en todos los casos agudos; sin embargo, parece demostrado que la falta de estimulación del intestino puede exacerbar la respuesta al estrés, prolongar la duración y gravedad de la enfermedad y aumentar la posibilidad de complicaciones. En las pancreatitis graves (no en las leves o moderadas, pues más del 80 % de los pacientes conseguirán una alimentación oral en 7 días) la NE mejora la evolución de los pacientes²⁶. En casos graves en los que no se puede empezar la NE, el inicio de la NP debería retrasarse (hasta al menos 5 días tras el ingreso) con el objetivo de superar el momento de máxima inflamación. No existen datos suficientes para conocer si el uso de suplementos de NE mejora la eficacia de la NP ni del tipo de soporte idóneo cuando es necesaria cirugía pancreática.

En los adultos con NP, la hiperglucemia inducida por el estrés, fue más fácil de controlar en los pacientes que recibieron lípidos; y también, la adición de glutamina mostró (en un pequeño metaanálisis) una asociación hacia la reducción en el número de complicaciones totales y duración de la estancia.

No existen estudios en niños, aunque por el momento, la pancreatitis se considera una indicación de NP en esta edad^{2,4}.

Errores congénitos del metabolismo

La intervención nutricional debe ser agresiva en el momento del estrés catabólico para prevenir las descompensaciones metabólicas, las complicaciones graves neurológicas y la muerte. El ayuno durante periodos

cortos de tiempo por enfermedades intercurrentes (fiebre, anorexia, náuseas y/o vómitos) o condicionado por el estrés metabólico que puede acompañar a los traumatismos o a la cirugía puede descompensar determinadas enfermedades (aminoacidopatías, acidemias orgánicas, alteraciones del ciclo de la urea, alteraciones de la β -oxidación de ácidos grasos).

En estos casos es imprescindible la administración por vía venosa de un aporte calórico adecuado en forma de glucosa (con adición de insulina si fuera necesario) y/o grasas (estas últimas excepto en los trastornos de los ácidos grasos). En general, en los soportes a corto plazo no se administran proteínas pues no se dispone de soluciones adecuadas para los distintos trastornos y proporcionadas en su forma completa son el sustrato no tolerado por estos pacientes. Se han desarrollado soluciones adaptadas para la enfermedad de jarabe de arce (libres de aminoácidos de cadena ramificada). En cualquier caso, la vía enteral debe ser empleada lo antes posible.

Trombopenia

La administración de grasa a largo plazo induce hiperactivación del sistema monocito-macrófago que podría ocasionar alteraciones hematológicas (trombopenia por disminución de la vida de las plaquetas y hemofagocitosis en la médula ósea). Por ello, hay que monitorizar los niveles de triglicéridos y considerar la disminución del aporte de grasas en trombopenias graves o coagulopatía (sepsis, CID). Sin embargo, se necesita una cantidad mínima de ácidos grasos esenciales, para el mantenimiento de la función plaquetar².

Obesidad

La pérdida de peso no debería ser un objetivo en el niño obeso hospitalizado gravemente enfermo. En ellos es necesaria la administración de sus necesidades de mantenimiento de energía y proteínas para preservar la masa magra pero se deben aplicar ecuaciones que ajusten sus

necesidades o realizar calorimetría indirecta (ver capítulo de requerimientos).

NP a largo plazo

En cuanto un niño esté estable y se prevea una NP prolongada es beneficioso administrar la NP cíclica. Ello se puede hacer sin riesgos desde los 3-6 meses. Hay que cuidar que la tasa de infusión de glucosa no sea superior de 1,2 g/kg/hora, para evitar la hiperglucemia y la alteración hepática.

En el RN y en los niños mayores es necesario asegurar un aporte mínimo de 0,1 g/kg/d de ácido linoleico para evitar el déficit de ácidos grasos esenciales.

En la NP de larga duración hay que valorar con la ferritina si se requieren aportes de hierro intravenosos (en la NP exclusiva de más de 3 semanas de duración) ajustándolos al máximo para evitar los efectos hepáticos por sobrecarga y su repercusión negativa sobre la función inmune y el crecimiento bacteriano. En algunos de estos pacientes las transfusiones tras episodios de infecciones o la posibilidad de administración regular de hierro oral -que se absorbe en el duodeno- puede ser suficiente para no tener que suplementarlo en la NP.

Es necesario administrar vitaminas^{2,3,4}, en especial las liposolubles en los casos de diarrea y sobre todo intestino corto, carnitina (considerar su adición a partir de las 4 semanas), selenio, cobre, molibdeno y en general todos los elementos traza.

Por la posibilidad de contaminación de las soluciones de NP con aluminio y cromo no es conveniente su suplementación, aunque es preciso controlar los niveles, sobre todo en aquellos pacientes que presenten clínica relacionada con toxicidad (aluminio y osteopenia) o déficit (cromo e intolerancia a la glucosa).

Nutrición parenteral domiciliaria (NPD)

El estudio del gasto energético total en niños con NPD que van al colegio no muestra diferencias con los niños normales²⁷ debiendo ajustarse los aportes entre vía parenteral, enteral y oral.

Cuando el aporte por vía digestiva mediante alimentación oral o NE es suficiente, las vitaminas y elementos trazas pueden cubrirse exclusivamente por esta vía y no precisar la administración en la NP^{2,3,4}.

Bibliografía

¹ Shulman RJ, Phillips S. Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003; 36:587-607.

² Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Guidelines on Pediatric Parenteral Nutrition of ESPGHAN and European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by European Society of Pediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41: S1-87.

³ 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; suppl 1:1SA-138SA.

⁴ Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R, Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. *An Esp Pediatr* 2000; 52[Supl 3]:1-33.

⁵ Tubman TR, Thompson SW, McGuire W. Glutamine supplementation to prevent morbidity and mortality in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; CD001457.

⁶ Shah P, Shah V. Arginine supplementation for prevention of necrotising enterocolitis in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004 Oct 18; (4):CD004339.

⁷ Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, FAO Food and Nutrition Technical Report Series 1. Human energy requirements. Rome; 2004.

⁸ Hulst JM, Joosten KF, Tibboel D, van Goudoever JB. Causes and consequences of inadequate substrate supply to pediatric ICU patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(3):297-303.

⁹ Vazquez Martinez JL, Martinez-Romillo PD, Diez Sebastian J, Ruza Tarrío F. Predicted versus measured energy expenditure by continuous, online

indirect calorimetry in ventilated, critically ill children during the early postinjury period. *Pediatr Crit Care Med* 2004 ;5(1):19-27.

¹⁰ Oosterveld MJ, Van Der Kuip M, De Meer K, De Greef HJ, Gemke RJ. Energy expenditure and balance following pediatric intensive care unit admission: a longitudinal study of critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2006;7(2):147-53.

¹¹ Hulst JM, van Goudoever JB, Zimmermann LJ, et al. Adequate feeding and the usefulness of the respiratory quotient in critically ill children. *Nutrition* 2005;21(2):192-8.

¹² Havalad S, Quaid MA, Sapiaga V. Energy expenditure in children with severe head injury: lack of agreement between measured and estimated energy expenditure. *Nutr Clin Pract* 2006;21(2):175-81.

¹³ Ros Mar, M Zoraida. Consumo energético, proteico y respuesta inflamatoria en niños con quemaduras graves. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Medicina. Madrid, Mayo 2002.

¹⁴ Windle EM. Glutamine supplementation in critical illness: evidence, recommendations, and implications for clinical practice in burn care. *J Burn Care Res* 2006; 27: 764-72.

¹⁵ Grover Z, Tubman R, McGuire W. Glutamine supplementation for young infants with severe gastrointestinal disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; CD005947.

¹⁶ Byrne TA, Wilmore DW, Iyer K, et al. Growth hormone, glutamine, and an optimal diet reduces parenteral nutrition in patients with short bowel syndrome: a prospective, randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *Ann Surg* 2005; 242(5):655-61.

¹⁷ Ramaccioni V, Soriano HE, Arumugam R, Klish WJ. Nutritional aspects of chronic liver disease and liver transplantation in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2000; 30(4): 361-7.

-
- ¹⁸ Mager DR, Wykes LJ, Roberts EA, Ball RO, Pencharz PB. Effect of orthotopic liver transplantation (OLT) on branched-chain amino acid requirement. *Pediatr Res* 2006; 59(6): 829-34.
- ¹⁹ Chin SE, Shepherd RW, Thomas BJ, et al. Nutritional support in children with end-stage liver disease: a randomized crossover trial of a branched-chain amino acid supplement. *Am J Clin Nutr*. 1992 ;56(1): 158-63.
- ²⁰ Pollock C, Voss D, Hodson E, Crompton C; Caring for Australasians with Renal Impairment (CARI). The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. *Nephrology (Carlton)* 2005; 10 Suppl 5: S177-230.
- ²¹ Toigo G, Aparicio M, Attman PO, et al. Expert Working Group report on nutrition in adult patients with renal insufficiency (part 1 of 2). *Clin Nutr* 2000; 19(3): 197-207.
- ²² Toigo G, Aparicio M, Attman PO, et al. Expert working group report on nutrition in adult patients with renal insufficiency (Part 2 of 2). *Clin Nutr* 2000; 19(4): 281-91.
- ²³ Orellana P, Juarez-Congelosi M, Goldstein SL. Intradialytic parenteral nutrition treatment and biochemical marker assessment for malnutrition in adolescent maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2005; 15(3): 312-7.
- ²⁴ R Cabrera, C Pedrón, D Madruga, R Muñoz, M González, MA Díaz. Estimación del gasto energético en reposo en pacientes oncológicos mediante calorimetría indirecta. *Pediatrika* 2005; 25(5):38.
- ²⁵ Blijlevens NM, Donnelly JP, Naber AH, Schattenberg AV, DePauw BE. A randomised, double-blinded, placebo-controlled, pilot study of parenteral glutamine for allogeneic stem cell transplant patients. *Support Care Cancer* 2005; 13: 790-6.

²⁶ McClave SA, Chang WK, Dhaliwal R, Heyland DK. Nutrition support in acute pancreatitis: a systematic review of the literature. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2006; 30(2): 143-56.

²⁷ Beghin L, Michaud L, Hankard R, et al. Total energy expenditure and physical activity in children treated with home parenteral nutrition. *Pediatr Res* 2003; 53(4): 684-90.

COMPONENTES DE LAS MEZCLAS DE NUTRICIÓN PARENTERAL PARA PEDIATRÍA

Pilar Gomis Muñoz

Servicio de Farmacia. Hospital 12 de Octubre. Madrid

1. Aminoácidos

En pacientes pediátricos, y especialmente en neonatos, está recomendado el uso de soluciones de aminoácidos específicas debido a la inmadurez de sus sistemas enzimáticos. En niños de mayor edad no existen estudios sobre la adecuación de estas soluciones, aunque tampoco sobre la idoneidad de las soluciones para adultos.

El aporte proteico por vía intravenosa se administra en forma de soluciones de L-aminoácidos libres o dipéptidos y aportan aproximadamente 4 kcal por gramo. Además de los ocho aminoácidos esenciales y de la histidina, los RNPT y RNT, debido en parte a su inmadurez hepática y/o renal, requieren también cisteína, tirosina y taurina. Existen soluciones de NP específicas para el recién nacido y el lactante. Estas soluciones se han diseñado intentando reproducir el aminograma plasmático del cordón umbilical o el del niño alimentado con leche materna.

La inclusión de taurina en las soluciones pediátricas de aminoácidos se realizó después de observarse que niños con NP prolongada tenían niveles plasmáticos de taurina disminuidos que se correlacionaban con electroretinogramas anormales y que mejoraban suplementando con taurina la NP¹.

Algunos aminoácidos tienen poca estabilidad en medio acuoso, este es el caso de la glutamina, que no se incluye en las soluciones de aminoácidos pediátricas disponibles en nuestro país. Actualmente existen suplementos y soluciones completas de glutamina para adultos que lo aportan en forma de dipeptido lo que incrementa su estabilidad. Sin embargo, debido a su alto coste no se añade rutinariamente a las soluciones de aminoácidos. Además, los estudios realizados hasta ahora no han encontrado una clara ventaja de la adición de glutamina en NP pediátrica².

La versión reducida de este documento se ha publicado en Nutr Hosp 2007; 22 (6): 710-19.

En algunas formulaciones, aminoácidos como la tirosina o la cisteína se aportan en su forma acetilada (N-acetil-L-tirosina, N- acetil-L-cisteína) para aumentar su solubilidad en agua o disminuir su oxidación. Sin embargo su biodisponibilidad se puede ver disminuida.

No está claro en que momento alcanzan los niños los niveles de metabolización del adulto, pero parece que es bastante antes del primer año de vida. No existen estudios sobre cual sería la solución de aminoácidos más adecuada para niños mayores.

En la Tabla 1 se muestran las soluciones de aminoácidos pediátricos disponibles en nuestro país.

Existen en el mercado soluciones enriquecidas en aminoácidos ramificados y con menor concentración de aminoácidos aromáticos para pacientes adultos. También existen soluciones de aminoácidos esenciales cuyo uso en pacientes adultos con insuficiencia renal es controvertida. Las consideraciones sobre su utilización en niños se harán en el capítulo de modificaciones en situaciones especiales (Tabla 2).

2. Hidratos de carbono

Como fuente de hidratos de carbono en NP pediátrica se utilizan exclusivamente soluciones estériles de D-glucosa. En el mercado español existen soluciones de concentraciones entre el 5% al 70%. La D-glucosa también denominada dextrosa aporta 4 kcal/g si nos referimos a glucosa anhidra y 3,4 kcal/g si es glucosa monohidratada.

3. Lípidos

Aunque durante mucho tiempo se han utilizado los triglicéridos de cadena larga (LCT) como única fuente lipídica en pediatría, ya hace unos años se recomienda el uso de mezclas con triglicéridos de cadena media (MCT) MCT/LCT o lípidos basados en el aceite de oliva, que además de tener mejor perfil de estabilidad, producen menor cantidad de peróxidos.

Se aconsejan emulsiones al 20%. El uso rutinario de heparina no está recomendado.

Las emulsiones lipídicas están compuestas por triglicéridos de distinta procedencia (aceite de soja, oliva, coco), emulgentes, coemulgentes, isotonzantes y estabilizantes (Tabla3). Los fosfolípidos, principalmente la fosfatidil colina procedente de la yema de huevo, se utilizan como emulgentes y aportan fósforo a la emulsión lipídica resultante (14-15 mmol/L). En general el contenido de fosfolípidos por gramo de lípidos depende de la concentración de la emulsión lipídica. Un aporte elevado de fosfolípidos se ha relacionado con hipertrigliceridemia y formación de partículas de aclaramiento lento. Por esta razón se recomienda el uso de emulsiones al 20% o 30%. El aporte calórico de los lípidos es de aproximadamente 9 kcal/g, sin embargo se calcula que las emulsiones lipídicas suministran cerca de 10 kcal/g debido a sus otros componentes.

Las emulsiones lipídicas también contienen vitamina K y E aunque las cantidades dependen del tipo de lípido y del lote.

Durante muchos años las únicas emulsiones lipídicas para administración intravenosa disponibles fueron los LCT (Tabla 4). Estas emulsiones eran una buena fuente de ácidos grasos esenciales (AGE) y demostraron su eficacia y seguridad. Sin embargo, actualmente la tendencia es a utilizar nuevas fuentes de lípidos (Tabla 4). Tanto las mezclas MCT/LCT 50% como los lípidos basados en el aceite de oliva que incorporan un pequeño porcentaje de LCT para suministrar AGE, han probado su seguridad en pediatría y podrían tener algunas ventajas frente a los LCT con un precio similar. Las principales ventajas serían:

- Son más estables en las emulsiones de nutrición parenteral³.
- Generan menor cantidad de peróxidos, ya que esta generación está relacionada con la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y el aporte de vitamina E.
- Disminuye la producción de ácido araquidónico y sus derivados proinflamatorios debido al menor aporte de ácido linoleico.

A pesar de estas ventajas no hay estudios que encuentren una mejor evolución clínica de los pacientes que recibieron MCT/LCT o lípidos basados en aceite de oliva frente al LCT.

Existen estudios que muestran un aumento de la peroxidación en emulsiones lipídicas expuestas a la luz en las condiciones de administración habituales en los servicios de neonatología⁴. También se ha descrito que pacientes pediátricos que recibían NP tenían mayor contenido de malondialdehído sérico, índice de peroxidación lipídica, que los que no recibían NP⁵. Se han correlacionado altos índices de peroxidación en recién nacidos de bajo peso con la enfermedad pulmonar crónica y displasia broncopulmonar, aunque estos mismos autores no encontraron relación entre estas patologías y el aporte de lípidos⁶.

La estabilidad es un tema de especial importancia en el paciente pediátrico porque, como se explica en el capítulo de preparación, las necesidades del niño hacen que las soluciones de NP sean más proclives a desestabilizarse que las de los adultos. Emulsiones más estables y con menos tendencia a la peroxidación son, por tanto, una mejor elección para aumentar la seguridad y calidad de la NP. Otras medidas que pueden disminuir la generación de peróxidos son la fotoprotección de las unidades nutrientes y de los sistemas de administración, el uso de bolsas multicapa que evitan el paso del oxígeno, la disminución del contacto de la mezcla con el oxígeno en el proceso de preparación y la conservación en refrigeración entre otros.⁷.

Durante mucho tiempo se ha administrado rutinariamente 1 UI/mL de heparina con el propósito de mejorar la tolerancia a los lípidos y disminuir el riesgo de trombosis, extremos ambos que, sin embargo, no se han podido demostrar. Además, cuando se administra conjuntamente con calcio y lípidos, puede producir desestabilización de la emulsión lipídica.

Los mayores efectos adversos de los lípidos se producen al administrarlos en tiempos cortos. Se recomienda administrar en 24 horas o de 8-16 horas en pacientes con NP cíclica, forma de administración en pacientes con NP domiciliaria. La administración de los lípidos conjuntamente con el resto de la NP tiene ventajas como disminuir la manipulación y por tanto el riesgo de infección y prevenir procesos de peroxidación y de degradación de vitaminas. Las emulsiones lipídicas tienen una osmolaridad baja por lo que son de uso habitual en NP periférica.

Para evitar sobredosificación del aporte lipídico es importante tener en cuenta si el niño está recibiendo lípidos como vehículo de alguna medicación.

Recientemente han aparecido en el mercado español nuevas emulsiones lipídicas que contiene $\omega 3$. Sin embargo no hay estudios en pediatría que estudien su seguridad o que respalden sus posibles beneficios.

4. Electrolitos

El mayor problema para poder añadir en la bolsa de NP todos los electrolitos que requiere el paciente pediátrico es la precipitación calcio-fosfato. Ésta se puede solventar con la utilización del glicerofosfato sódico, totalmente seguro en niños.

Los electrolitos tienen un papel fundamental en la regulación de muchos procesos orgánicos. Existen en el mercado distintas presentaciones en viales o ampollas que aportan los distintos electrolitos requeridos. En pediatría se recomienda utilizar las presentaciones de menor concentración porque si se produce un error en la elaboración de la NP, su repercusión sería menor. El potasio y el sodio se pueden aportar como cloruro, acetato o fosfato. El uso de uno u otro dependerá del estado del niño. En situaciones de acidosis se utilizará el acetato, ya que se transforma en bicarbonato en el organismo⁸. Este último no se puede añadir directamente a la NP ya que es inestable.

El fosfato se puede administrar en forma orgánica o inorgánica. En pediatría se recomienda el uso de fosfato orgánico para poder alcanzar los requerimientos del niño sin que se produzca precipitación con el calcio^{9,10,11}. El único fosfato orgánico comercializado en España es el glicerofosfato sódico. Es un compuesto seguro y eficaz como fuente de fosfato^{12, 13}. Su desventaja es que aporta dos mmol de sodio por cada mmol de fosfato. Cuando es necesaria una restricción de sodio se debe valorar la utilización de fosfatos inorgánicos aunque no se logre alcanzar las necesidades del niño. En la tabla 5 se describe la composición de los electrolitos comercializados mas utilizados en la elaboración de nutrición parenteral.

5. Vitaminas

Existen preparados multivitamínicos intravenosos (IV) diseñados para pediatría por sus necesidades específicas.

En los últimos 15-20 años no ha habido muchos avances en el conocimiento de los requerimientos IV de vitaminas en pediatría. En el capítulo de requerimientos se especifican las necesidades para lactantes y preterminos. En la tabla 6 y 7 se describe la composición de los multivitamínicos IV disponibles en España y algunas posibles dosificaciones en comparación con los requerimientos anteriormente citados. En España solamente está registrado Soluvit[®], vitaminas hidrosolubles para adultos y pediatría y Vitalipid Infantil[®], vitaminas liposolubles para pediatría. El Vitalipid Infantil[®] tiene como vehículo Intralipid 10% por lo que aporta lípidos y tiene que añadirse a los lípidos o las emulsiones de NP con lípidos por lo que los niños que no requieran lípidos no pueden recibir vitaminas liposolubles con este preparado. Por ello y porque su composición se adecua mejor a las recomendaciones se importa a través de Medicamentos Extranjeros Infuvite Pediatric[®] ya que esta preparación se puede añadir a una NP sin lípidos. Sin embargo, no existen estudios de su compatibilidad con lípidos por lo que no se recomienda su utilización en NP "todo en uno". En la tabla 6 se describe la composición de las ampollas completas de Soluvit[®] y Vitalipid Infantil[®] y del Infuvite Pediatric[®]. También se incluye una columna limitando el volumen de Soluvit[®] a 3,77mL porque esta combinación se asemeja más a las recomendaciones en lactantes. En la tabla 7 se incluyen tanto las dosificaciones recomendadas por el fabricante por kg de peso, como algunas otras más ajustadas a los requerimientos de los prematuros.

6. Oligoelementos

Existen soluciones de oligoelementos IV específicos para pediatría. En pacientes con NP a largo plazo es importante que no haya exceso de manganeso.

Al igual que las vitaminas existen pocos estudios recientes sobre este tema. Las recomendaciones de la ASCN de 1988 también incluyen requerimientos de oligoelementos que todavía están vigentes. En el mercado español no existe actualmente comercializado ninguna solución de

multioligoelementos adecuada para el paciente pediátrico. Las soluciones diseñadas para adultos tienen el problema de que contienen una concentración muy elevada de manganeso comparativamente con el resto de los elementos y una menor concentración de selenio. El manganeso es potencialmente tóxico y se ha descrito en este rango de dosis acumulación en ganglios basales y otras zonas del cerebro¹⁴. Por ello se importa a través de Medicamentos Extranjeros Peditrace[®] que se adecua a los requerimientos como se ve en la Tabla 8. En niños preterminos los requerimientos de zinc son mayores pero se puede suplementar con Oligoelementos Zinc que aporta solo este elemento. El cromo y molibdeno no están incluidos en el Peditrace[®] pero las soluciones utilizadas para la preparación de NP pueden aportarlos como contaminantes al igual que otros elementos como el zinc, cobre, manganeso, boro, aluminio, titanio, bario, vanadio, arsénico y estroncio que se han visto que pueden contaminar la NP en concentraciones mayores a 1 mcg/L¹⁵. La contaminación de las soluciones de NP con aluminio puede dar lugar a cuadros patológicos. Los recién nacidos, fundamentalmente pretérminos, son mucho más sensibles a concentraciones altas de aluminio por la inmadurez de su función renal. La mayor contaminación de aluminio se debe a las sales de calcio y fosfato y estos niños tienen unos requerimientos muy altos de estas sales. Se ha relacionado en prematuros la cantidad de aluminio de la NP recibida con el desarrollo neurológico del niño¹⁶.

El hierro no está incluido en los multioligoelementos pediátricos, pero existen preparados para administración intravenosa si fuera necesario.

Aunque durante años se alternaba el aporte de las vitaminas y oligoelementos por problemas de estabilidad, actualmente se recomienda su uso diario. (ver Preparación).

No existen soluciones de multioligoelementos adecuadas para insuficiencia renal o hepática y el único oligoelemento disponible de forma separada es el zinc, por ello, para reducir la cantidad administrada de los oligoelementos que se pueden acumular en estas patologías se tienen que disminuir el aporte del resto.

7. Carnitina

No existe evidencia de que la incorporación de carnitina aporte efectos beneficiosos, aunque tampoco nocivos.

La principal función de la carnitina es permitir el paso de los triglicéridos de cadena larga a la mitocondria para su posterior oxidación. La leche materna y la mayoría de las fórmulas infantiles contienen carnitina.

Los pacientes pediátricos, especialmente neonatos pretérmino, tienen mayor probabilidad de presentar déficit de carnitina porque la síntesis está disminuida por su inmadurez enzimática. Se han descrito niveles plasmáticos y tisulares inferiores a los normales en pacientes con NP a largo plazo que revierten al suplementar la NP con carnitina. La carnitina es además inocua y es también estable en NP. Sin embargo, los resultados de los estudios publicados hasta ahora no son concluyentes. Un meta-análisis Cochrane del año 2000 no encuentra beneficio en la suplementación de las NP pediátricas con carnitina¹⁷. Los estudios hasta ahora realizados no aportan suficiente evidencia de que suplementar las NP con carnitina mejore la utilización lipídica, la cetogénesis, o la ganancia de peso en niños. Sin embargo, se necesitan más estudios para asegurar que su adición no reporta beneficios y para definir la dosis diaria más adecuada (ver capítulo requerimientos).

Bibliografía recomendada para ampliar información:

- Shulman RJ, Phillips S: Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol. Nutr* 2003; 36: 587–607
- 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 Nov; 41 Suppl 2: S1-87.

Tabla 1: Soluciones de aminoácidos pediátricos (g/100g de aminoácidos)

	Trophamine 6%®	Aminopaed 10%®	Aminosteril Infant 10%®	Primene 10%®
L-Isoleucina	8,2	5,1	8	6,7
L-Leucina	14	7,6	13	10
L-Lisina	8,2	8,9	8,5	11
L-Metionina	3,3	2	3,1	2,4
L-Fenilalanina	4,8	3,1	3,7	4,2
L-Treonina	4,2	5,1	4,4	3,7
L-Triptófano	2	4	2	2
L-Valina	7,8	6,1	9	7,6
L-Histidina	4,8	4,6	4,8	3,8
L-Cisteína	0,2	0,5 (N-acetil)	0,5	1,9
L-Tirosina	2,3	1 (N-acetil)	3,9	0,4
L-Alanina	5,3	15,9	9,3	8
L-Arginina	12,2	9,1	7,5	8,4
L-Prolina	6,8	6,1	9,7	3
L-Serina	3,8	2	7,7	4
Glicina	3,7	2	4,1	4
L-Aspártico	3,2	6,6	0	6
L-Glutámico	5	9,3	0	10
Taurina	0,2	0,3	0,4	0,6
L-Ornitina	0	0	0	2,5
L-Asparragina	0	0	0	0

Tabla 2: Soluciones de aminoácidos para situaciones especiales (g/100g de aminoácidos)

	Aminosteril N-HEPA®	Aminoplasmal Hepa®	Aminosteril KE-Nephro®	Nephramine®
L-Isoleucina	13	8,8	1,1	1
L-Leucina	16,4	13,6	1,7	1,6
L-Lisina	8,6	7,51	1,4	1
L-Metionina	1,4	1,2	1	1,6
L-Fenilalanina	1,1	1,6	1,1	1,6
L-Treonina	5,5	4,6	1	0,7
L-Triptófano	0,9	1,5	0,4	0,3
L-Valina	12,6	10,6	1,4	1
L-Histidina	3,5	4,7	0,7	0,4
L-Cisteína /cistina	0,6 (N-acetil)	1,3 (N-acetil)		0,02
L-Tirosina		0,5(N-acetil)		
L-Alanina	5,7	8,3		
L-Arginina	13,4	8,8		
L-Prolina	7,1	7,1		
L-Serina	3,1	3,7		
Glicina				
L-Aspártico		2,5		
L-Glutámico		5,7		
Aminoacetico		6.3		
L-Ornitina		1.3		
L-Asparragina		0.5		

Tabla 3: Composición de las emulsiones lipídicas IV

Fuente de la grasa	Aceite de semilla de soja, de oliva, coco, etc
Emulgente	Lecitina de huevo
Isotonizante y estabilizante	Glicerol
Coemulgente	Oleato sódico
Alcalinizante (Para alcanzar un pH de 7-8)	Hidroxido sódico

Tabla 4: Emulsiones lipídicas indicadas en pediatría

Por Litro	Intralipid® (30%)	Intralipid® /Soyacal® (20%)	Lipofundina® (20%)	Clinoleic® (20%)
Aceite de soja (g)	300	200	100	40
Aceite de oliva (g)	0	0	0	160
Fosfolípidos (g)	12	12	12	12
Glicerol (g)	16.7	22.5	25	22,5
Oleato sódico (g)	0	0	0.3	0.3
LCT	100	100	50	100
MCT	0	0	50	0
Ac linoleico (%)	54	54	26	17,5
Oleico (%)	26	26	13	63
Palmitico (%)	9	9	4,5	-
Linolénico (%)	8	8	4	2,5

Tabla 5: Electrolitos más utilizados en la elaboración de NP

Producto	Electrolitos que aporta por mL	Presentaciones
Cloruro sódico 1M	1 mEq / mmol sodio y cloro	10mL
Cloruro sódico 10%	17 mEq / mmol sodio y cloro	10mL
Cloruro sódico 20%	34 mEq / mmol sodio y cloro	10mL
Acetato sódico 1M	1 mEq / mmol sodio y acetato	10mL
Cloruro potásico 1M	1 mEq / mmol potasio y cloro	10mL
Cloruro potásico 2M	2 mEq / mmol potasio y cloro	10mL, 20mL
Acetato potásico 1M	1 mEq / mmol potasio y acetato	10mL, 50mL
Sulfato magnésico 10%	12 mEq de magnesio (6 mmol)	10mL
Gluconato cálcico 10%	0,46 mEq de calcio (0.23mmol)	10mL
Cloruro cálcico 10%	0,9 mEq de calcio y cloro (0.4 mmol de calcio, 0.9 mmol cloro)	10mL
Glicerofosfato sódico	1 mmol de fosforo y 2 de sodio	10mL
Fosfato monosódico	1 mmol de fósforo y sodio	10mL
Fosfato dipotásico	1 mmol de fósforo y 2 de potasio	10mL

Vitamina	Lactante- Niño (dosis/día)	Soluvit® + Vitalipid Infantil® 3.77+10mL	Soluvit® + Vitalipid Infantil® 10+10mL *	Infuvite Pediátrico® 5 mL *
Vitamina A (UI)	1500-2300	2300	2300	2300
Vitamina E (mg)	7-10	6,4	6,4	7
Vitamina K (mcg)	50-200	200	200	200
Vitamina D (UI)	400	400	400	400
Ascórbico (mg)	80-100	37,7	100	80
Tiamina (mg)	1,2	0,94	2,5	1,2
Riboflavina (mg)	1,4	1,35	3,6	1,4
Piridoxina (mg)	1	1,5	4	1
Niacina (mg)	17	15,08	40	17
Pantoténico (mg)	5	5.65	15	5
Biotina (mcg)	20	22,62	60	20
Folato (mcg)	140	150,8	400	140
Vitamina B ₁₂ (mcg)	1	1,88	5	1

Tabla 6: Requerimientos de niños. Soluciones de vitaminas disponibles en España.

* El Soluvit® (vitaminas hidrosolubles) y Vitalipid Infantil® (vitaminas liposolubles) se presentan en ampollas de 10mL. El Infuvite Pediátrico® consta de dos viales, uno de 1mL que contiene Folato, biotina y vitamina B₁₂ y otro de 4mL con el resto de vitaminas.

Tabla 7: Requerimientos de prematuros. Soluciones de vitaminas disponibles en España dosificadas por Kg

& Dosificación de los distintos viales expresada en mL. * Dosificación

Vitamina	RNPT (dosis/kg/ día)	Soluvit® + Vitalipid Infantil® 1.5+4 &	Soluvit® + Vitalipid Infantil® 1+1 * &	Infuvite Pediátrico® 0.6+0.15 * &	Infuvite Pediátrico® 1,2+0,3 &
Vitamina A (UI)	700-1500	920	230	345	690
Vitamina E (mg)	3,5	2.56	0,64	1	2,1
Vitamina K (µg)	8-10	80	20	30	60
Vitamina D (UI)	40-160	160	40	60	120
Ascórbico (mg)	15-25	15	10	12	24
Tiamina (mg)	0,35-0,5	0,37	25	0,18	0,36
Riboflavina (mg)	0,15-0,2	0,54	3,6	0,27	0,54
Piridoxina (mg)	0,15-0,2	0,6	4	0,15	0,3
Niacina (mg)	4-6,8	6	40	2,55	5,1
Pantoténico (mg)	1-2	2,25	15	0,75	1,5
Biotina (µg)	5-8	9	60	3	6
Folato (µg)	56	60	400	27	54
Vitamina B ₁₂ (µg)	0,3	0,75	5	0,15	0,3

recomendada por el fabricante.

Tabla 8: Soluciones de oligoelementos

	Recomendaciones ASCN 1988	Oligoelementos Zinc	Peditrace®
Contenido vial		1mL	1 mL
Selenio (mcg)	2		2
Molibdeno (mcg)	0,25		
Hierro (mcg)			
Zinc (mcg)	400 (pretérmino) 250 (término)	1000	250
Manganeso (mcg)	1		1
Cobre (mcg)	20		20
Cromo (mcg)	0,2		
Fluor (mcg)			57
Yodo (mcg)	1		1

-
- ¹ Geggel HS, Ament ME, Heckenlively JR, Martin DA, Kopple JD. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. *N Engl J Med* 1985;312:142-6.
- ² Tubman TR, Thompson SW. Glutamine supplementation for prevention of morbidity in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2001;(4):CD001457. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(1):CD001457.
- ³ Driscoll DF, Giampietro K, Wichelhaus DP, et al.. Physicochemical stability assessments of lipid emulsions of varying oil composition. *Clin Nutr* 2001;20(2):151-7.
- ⁴ Neuzil J, Darlow BA, Inder TE, Sluis KS, Winterbourn CC, Stocker R. Oxidation of parenteral lipid emulsion by ambient and phototherapy lights: Potential toxicity of routine parenteral feeding *J Pediatric* 1995;126(5):785-90.
- ⁵ Basu R, Muller DPR, Papp E, et al. Free radical formation in infants: The effect of critical illness, parenteral nutrition, and enteral feeding. *J Pediatr Surg* 1999;34(7) 1091-95.
- ⁶ Inder TE, Darlow BA, Sluis KB, et al. The correlation of elevated levels of an index of lipid peroxidation (MDA-TBA) with adverse outcome in the very low birthweight infant. *Acta Paediatr* 1996; 85(9):116-22
- ⁷ Steger PJ, Muhlebach SF. Lipid peroxidation of intravenous lipid emulsions and all-in-one admixtures in total parenteral nutrition bags: the influence of trace elements. *JPEN2000 Jan-Feb*;24(1): 37-41.
- ⁸ Peters O, Ryan S, Matthew L, Cheng K, Lunn J. Randomised controlled trial of acetate in preterm neonates receiving parenteral nutrition. *Archives of Disease in Childhood Fetal & Neonatal* 1997 Edition. 77(1):12F-15F.
- ⁹ MacMohon P, Mayne PD, Blair M, Pope I, Zovar IZ. Calcium and phosphorus solubility in neonatal intravenous feeding solutions. *Archiver of Disease in Childhood* 1990;65:352-354
- ¹⁰ Hanning RM, Mitchell MK, Atkinton SA In vitro solubility of calcium glycerophosphate versus convencional mineral salts in pediatric parenteral nutrition solutions. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutricion* 1989; 9:67-72.
- ¹¹ Raupp P, Kries RV, Pfahl HG, Manz F. Glycero-vsGlucose-phosphate in parenteral nutrition of premature infants: Evaluation of calcium/phosphorus compatibility. *J Parent Ent Nutr* 1991;15:469-473.
- ¹² Hanning RM, Atkinson SA, Whyte RK. Efficacy of calcium glycerophophste vs convencional mineral salts for total parenteral nutrition in low birth weight infants: a randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:903-908.

¹³ Costello I, Powell C, Williams AF Sodium glycerophosphate in the treatment of neonatal hypophosphataemia. Arch Dis Child 1995; 73:F44-F45.

¹⁴ Fell JME, Meadows N, Khan K, et al. Manganese toxicity in children receiving long-term parenteral nutrition Lancet 1996; 347:1218-21.

¹⁵ Pluhator-Murton MM, Fedorak RN, Audette RJ, Marriage BJ, Yatscoff RW, Gramlich LM. Trace element contamination of total parenteral nutrition. 1. Contribution of component solutions. J Parenter Enteral Nutr. 1999; 23(4):222-7.

¹⁶ Bishop NJ, Morley R, Day JP, Lucas A. Aluminum neurotoxicity in preterm infants receiving intravenous-feeding solutions. N Engl J Med. 1997; 336(22):1557-61.

¹⁷ Cairns PA, Stalker DJ. Carnitine supplementation of parenterally fed neonates. Cochrane Database Syst Rev. 2000; (4):CD000950.

PRESCRIPCIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA NP PEDIÁTRICA

M^a Teresa Pozas del Río

Servicio de Farmacia. Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. Madrid

PRESCRIPCIÓN

La prescripción de NP es un proceso susceptible de errores. Un impreso de prescripción bien diseñado así como la informatización de la prescripción disminuye la incidencia de errores y aumenta la eficiencia del procedimiento.

El proceso de prescripción de la NP pediátrica no se ha investigado en todos sus aspectos ya que los estudios publicados centran la atención en definir los requerimientos nutricionales¹. Sin embargo la prescripción es susceptible de incidencias como errores en el cálculo de los nutrientes, omisión de determinados aditivos o concentraciones inapropiadas de electrolitos². Al igual que ocurre en la prescripción de medicamentos, existe una mayor dificultad para detectar este tipo de problemas en los niños que en los adultos.

Tradicionalmente la prescripción de NP se realiza completando un formulario preimpreso destinado a este fin, que se dirige al Servicio de Farmacia. Es el farmacéutico el que transcribe esta información a una aplicación informática que ayuda a la validación de la prescripción y gestiona la información necesaria para la elaboración. El impreso de prescripción tiene como objetivo la comunicación entre médico y farmacéutico, pero además, si está bien diseñado, evita errores y aumenta la eficiencia del proceso^{2,3}. En el impreso se debería considerar la inclusión de:

- Fórmulas para el cálculo de los requerimientos de energéticos y de líquidos según la edad y el sexo.
- Composición de nutriciones estándar.
- Requerimiento de los nutrientes según la edad para nutriciones no estandarizadas.

- Protocolo de monitorización de pacientes.

Hay distintas formas de realizar la prescripción de la nutrición pediátrica. La prescripción de los distintos componentes puede ser por kilo de peso y día, por cantidad total/día, por concentración (cantidad por 100 ml) o por volumen. Esta última puede ser útil cuando se trate de una fracción de una solución estándar. Las necesidades de electrolitos y fluidos varían en función del peso por lo que hay autores que recomiendan la prescripción de electrolitos en miliequivalentes o milimoles por litro de solución en vez de por kg de peso⁴.

La prescripción de la NP ha de hacerse a diario tanto si es estándar como individualizada.

En España no existe ningún programa informático que aporte ayuda al prescriptor para el cálculo de los requerimientos nutricionales pediátricos, permita la prescripción y una vez enviada la información al Servicio de Farmacia, permita la validación por el farmacéutico y la posterior gestión de la elaboración. La utilización de una aplicación para el cálculo, escritura y envío de la prescripción ahorraría tiempo y eliminaría tareas repetitivas y cálculos tediosos por parte del médico, así como la transcripción por parte del farmacéutico. Todas ellas son tareas que son fuente de error^{5,6}. Por otro lado, permite el acceso a ayudas y a alertas, como la verificación de la idoneidad de la prescripción en función de estándares definidos por peso y edad o en función de parámetros fisicoquímicos (estabilidad de la emulsión y riesgo de precipitación de calcio y fosfato).⁷

ESTANDARIZACIÓN DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL

La estandarización de la NP puede evitar errores y agilizar distintos pasos del circuito prescripción-validación-preparación. Para lograr la estandarización es necesaria una variedad amplia de NP que se ajusten a los diferentes requerimientos de macronutrientes, electrolitos y volumen de los pacientes. El empleo de nutriciones individualizadas siempre será preferible cuando no se puedan conseguir los requerimientos nutricionales con las NP estándares disponibles y en pacientes metabólicamente inestables.

En España se ha prescrito y elaborado la NP pediátrica convencionalmente de manera individualizada⁸, mientras que la mayoría de las nutriciones parenterales empleadas en adultos son soluciones estándares fabricadas por la industria o elaboradas en los hospitales en las que el volumen y contenido de nutrientes es fijo⁹.

En Europa también existe muy poca información sobre la estandarización de la NP y la práctica habitual se basa en la preparación de soluciones individualizadas. Algunos centros han introducido regímenes estándar despertando interés sobre el tema¹⁰. La heterogeneidad de los pacientes pediátricos hace que sea necesario una mayor variedad de soluciones estándar que las requeridas para adultos para conseguir los diferentes requerimientos de macronutrientes, electrolitos y volumen en los distintos grupos de edad y peso¹¹.

La mayoría de las nutriciones parenterales comercializadas por la industria están indicadas en mayores de 1-2 años pero no cubren las necesidades nutricionales y de electrolitos de los niños. Además, sólo se pueden usar por periodos cortos de tiempo¹². Por ello esta revisión se ha centrado en la utilización de nutrición estándar elaborada por los servicios de farmacia.

La aplicación de una NP estándar única no se ajusta a los requerimientos nutricionales del paciente pediátrico. Si se emplean criterios rígidos, el uso de soluciones predefinidas sólo serviría para una pequeña proporción de pacientes, por lo que es necesario encontrar una manera *flexible* de estandarización.. Las publicaciones que presentan experiencias de estandarización en pediatría coinciden en la necesidad de definir varias nutriciones y pueden estar basadas en:

- o una o varias soluciones patrón con una concentración de macro y microelementos determinada que se elaboran con el volumen que requiere el paciente^{2,13},
- o la existencia de varias dietas patrón con distintas concentraciones de macronutrientes y un volumen final fijo.

Las soluciones se diseñan para aportar los nutrientes en proporción y concentraciones adecuadas y con un ratio óptimo de calcio, fósforo y magnesio. Además pueden servir de guía para la prescripción de la nutrición individualizada, dando lugar a lo que podríamos denominar una nutrición estándar *modificada*.

Existen experiencias de estandarización de la prescripción de electrolitos en función del volumen final de la NP a administrar. De este modo se facilita la prescripción de los mismos a la vez que posibilita el empleo de soluciones multielectrolíticas para su elaboración.

Sólo se ha encontrado un trabajo que haga referencia al resultado del empleo de nutriciones estándar. El estudio concluye que los desequilibrios electrolíticos son más frecuentes en la NP individualizada que en la estandarizada, sin embargo esta observación debe tomarse con cautela ya que los pacientes con nutrición individualizada podrían presentar un estado clínico más inestable¹¹.

Ventajas de la NP estandarizada:

- Evita errores en la prescripción al no ser necesario calcular y escribir los requerimientos de cada componente.
- Permite unificar criterios entre los prescriptores.
- Simplifica la comunicación entre médico y farmacéutico.
- Agiliza la transcripción a la aplicación informática y disminuye el riesgo de error en esta operación.
- Facilita la validación por el farmacéutico ya que se conocen de antemano los datos de estabilidad de la mezcla y la adecuación de la proporción de nutrientes.
- Posibilita la elaboración de unidades de reserva en el Servicio de Farmacia.
- Puede simplificar la elaboración en el Servicio de Farmacia al posibilitar la utilización de viales enteros o de soluciones estandarizadas de electrolitos. Además es importante tener en cuenta que limitar el número de manipulaciones en la preparación de la NP reduce la posibilidad de error¹⁴.

Factores que dificultan la estandarización de la NP:

- Las necesidades de energía y nutrientes en pediatría son muy variadas según la edad del paciente y la situación clínica.

- Existe falta de consenso sobre la distribución de nutrientes.
- No permite modificaciones en su composición.

¹ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Organisational aspects of Hospital PN. En: Guidelines on Pediatric Parenteral Nutrition of ESPGHAN and European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by European Society of Pediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41: S63-9.

² Storm HM, Young SL and Sandler RH. Development of pediatric and neonatal parenteral nutrition forms. *Nutr Clin Prac* 1995; 10(2):54-9.

³ Mitchell KA, Jones EA, Mequid MM, Curtis S. Standardized TPN order form reduces staff time and potential for errors. *Nutrition* 1990; 6: 457-60.

⁴ Moreno Villares JM, Fernández-Shaw C, Gomiz Muñoz P, Valero Zanuy MA, León Sanz M. NP en pediatría ¿soluciones normalizadas mejor que individualizadas? *An Esp Pediatr* 2002; 57(1):29-33.

⁵ Riskin A, Shiff Y, Shamir R. Parenteral nutrition in neonatology – to standardize or individualize? *IMAJ* 2006; 8:641-5.

⁶ Bonnabry P, Cingria L, Sadeghipour, Ing H, Fonzo-Christe C, Pfister RE. Use of a systematic risk analysis method to improve safety in the production of paediatric parenteral nutrition solutions. *Qual Saf Health Care* 2005; 14: 93-8.

⁷ Lehman CU, Conner KG, Cox JM. Preventing provider errors: online total parenteral nutrition calculator. *Pediatrics* 2004; 113:748-53.

⁸ Fernández-Shaw C, Muñoz MJ, Gomis P, Moreno JM. Elaboración de la NP pediátrica: variabilidad de la práctica clínica. *An Esp Pediatr* 2001; 54(Suppl3):52

⁹ Pichard C, Muhlebach S, Maisonneuve N, Sierro C. Prospective survey of parenteral nutrition in Switzerland: a three-year nation-wide survey. *Clin Nutr* 2001; 20(4):345-50.

¹⁰ Kluetegens BU, Sewell GJ, Nunn AJ. Current paediatric parenteral nutrition practice in Europe. *Int J Pharm Pract* 2002; 10(suppl):R77

¹¹ Krohn K, Balb J, Reiter K, Koletzko B. Parenteral nutrition with standard solutions in paediatric intensive care patients. *Clinical Nutrition* 2005; 24:274-80.

12 Bethune K. The use of Standard parenteral nutrition solutions in pediatrics: a UK perspective. *Nutrition* 2001;17:354-9.

13 Oya B, Aranda J, Caba I, Carmona MT, Toledo A. Normalización de dietas de NP en pediatría. Comunicación tipo póster. III Congreso de la Sociedad Andaluza de Farmacia Hospitalaria. 2006.

14 Flynn EA, Pearson RE, Barker KN. Observational study of accuracy in compounding iv admixtures at five hospitals. *Am J Health-Syst Pharm.* 1997;54:904-12.

PREPARACIÓN DE LAS NUTRICIONES PARENTERALES (NP) PEDIÁTRICAS.

Pilar Gomis Muñoz

Servicio de Farmacia. Hospital 12 de Octubre. Madrid

Las NP se deben preparar en cabina de flujo laminar horizontal. Es importante realizar controles microbiológicos periódicamente.

Desde hace bastantes años la preparación de la NP está centralizada en los Servicios de Farmacia. Las principales ventajas de esta centralización residen en garantizar unas condiciones de asepsia en la manipulación de sus componentes y validar la compatibilidad, estabilidad y adecuación de los requerimientos prescritos. La preparación de la NP se debe realizar en áreas de ambiente controlado con cabina de flujo laminar horizontal clase 100 cumpliendo estrictamente una normativa de trabajo que incluye la manera de preparar las NP y la limpieza del área y cabina.

El proceso de elaboración debe garantizar el mantenimiento de las condiciones de asepsia en la manipulación para conseguir la esterilidad de las nutriciones parenterales. Periódicamente hay que realizar controles microbiológicos tanto de la cabina de flujo como de las unidades nutrientes y/o validar el proceso de preparación.

Debe evitarse cualquier manipulación de la bolsa (adición de componentes) tras su preparación en el Servicio de Farmacia.

1. Identificación de las bolsas de NP

Todas las bolsas preparadas deben de ir identificadas con el nombre del paciente y su ubicación, la composición exhaustiva de la mezcla y otros datos que puedan ayudar en la administración como la osmolaridad, la velocidad de infusión, etc..

Las bolsas una vez preparadas deben identificarse con información sobre el paciente y sobre la mezcla. Lo mejor es consensuar esta

información entre el Servicio de farmacia y los Servicios de Pediatría para que sea lo más útil posible tanto para el personal de enfermería a la hora de la administración como para el personal médico si tiene que consultar algún dato de la composición.

Se enumera la información que puede contener una etiqueta identificativa de NP pediátrica. Está subrayada la información indispensable:

-Relativa al paciente: Nombre y apellidos del paciente, unidad de enfermería, cama, peso, número de historia etc..

-Relativa a la composición de la mezcla: Esta información puede expresarse en cantidades totales, en cantidades por Kg o de ambas formas. En el caso de que se exprese en cantidades por Kg habrá que indicar también el peso del paciente. Es muy frecuente añadir una cantidad extra para el purgado del sistema. Esta cantidad tiene que venir reflejada en la etiqueta en forma de porcentaje o de valor absoluto. Las cantidades indicadas en la etiqueta suelen ser cantidades totales prescritas por lo que no incluyen esta cantidad extra para el purgado del sistema. También se puede expresar la información en forma de concentración.

- Volumen
- Calorías
- Contenido de macronutrientes (g): Aminoácidos, glucosa, lípidos
- Contenido en electrolitos (mEq o mmol): Sodio, Potasio, cloro, acetato, magnesio, calcio.
- Contenido en electrolitos (mmol): Fósforo (El fósforo o fosfato debe de expresarse siempre en mmoles para evitar errores)
- Contenido en micronutrientes: Volumen de los multivitamínicos o multioligoelementos añadidos. Si es posible se debería poner los preparados utilizados. Si existe problema de espacio es suficiente con que éstos consten en el protocolo de NP pediátrica. Al menos hay que poner que se añaden vitaminas y oligoelementos según protocolo.
- Medicamentos añadidos: Principio activo, dosis, unidades.
- Osmolaridad

-Otros

- Vía de administración
- Velocidad de administración
- Condiciones de conservación
- Fecha de preparación y caducidad

2. Estabilidad de la emulsión lipídica

Para evitar la desestabilización de las NP es importante seguir un orden de adición de los componentes (siempre los aminoácidos primero) y vigilar la concentración final de aminoácidos (mayor de 2-2.5%), glucosa y lípidos.

Las nutriciones parenterales "todo en uno" necesitan menor manipulación, tanto en la preparación como en la administración, suponen menor gasto de material fungible y de personal, sólo precisan una bomba de administración y son peor caldo de cultivo para microorganismos que los lípidos separados. Por estas razones, si la estabilidad de la emulsión lo permite, esta es la forma ideal de administración. Cuando esto no es posible se administran los lípidos separados y a ser posible por una vía distinta ya que, si se utiliza una misma vía, los componentes se mezclan en el catéter pudiendo producirse también desestabilización de la emulsión y obstrucciones del catéter. Este riesgo es mayor en los servicios de neonatología por la lenta velocidad de administración y las elevadas temperaturas dentro de las incubadoras. Para evitar el paso de partículas y gotículas mayores de 1,2 micras se recomienda utilizar filtros en la administración.

Los factores que mayor influencia tienen en la estabilidad de la emulsión lipídica son:

- pH de la solución: a menor pH menor estabilidad de la emulsión.
- Concentración de aminoácidos: los aminoácidos tienen un efecto protector sobre la emulsión por su efecto tampón, por situarse en la superficie de la gotícula de grasa aumentando la estabilidad de la misma y por formar complejos con cationes divalentes reduciendo la actividad de estos iones.

Los diferentes tipos de soluciones de aminoácidos pueden tener distintos valores de pH y por tanto distinto comportamiento.

- Concentración de glucosa: si se añade glucosa directamente a la emulsión lipídica se produce un aumento del diámetro de las gotículas de grasa que puede llevar a la rotura de la emulsión posiblemente relacionado con el pH ácido de las soluciones de glucosa. Parece que influyen de forma más negativa las soluciones de glucosa de mayor y menor concentración.
- Concentración de electrolitos: al aumentar la carga electrolítica fundamentalmente cationes trivalentes (hierro) y divalentes (calcio y magnesio) disminuye la estabilidad de la emulsión, ya que estos iones actúan de puente entre las gotículas de grasa facilitando su unión.
- Orden de adición: se recomienda mezclar primero los aminoácidos y la glucosa e introducir en último lugar las grasas para minimizar el efecto desestabilizante del pH ácido de la glucosa.
- Tipo de lípidos: existen estudios que verifican que las emulsiones de LCT son menos estables que las que incluyen MCT o las basadas en el aceite de oliva¹. Se ha observado que concentraciones muy pequeñas de lípidos también pueden desestabilizar la emulsión.
- Temperatura: temperaturas extremas pueden disminuir la estabilidad.

El proceso de desestabilización produce un aumento del tamaño de las partículas lipídicas. Fases tempranas de este proceso consisten en agregación de partículas que pueden desplazarse hacia la parte superior por su menor densidad formando el llamado "creaming". Este proceso es todavía reversible por agitación. Cuando las gotículas lipídicas se fusionan para formar gotas más grandes se produce el proceso de coalescencia, que ya es irreversible, que lleva a la rotura de la emulsión.

Casi todos los estudios de estabilidad de NP "todo en uno" están hechos en NP diseñadas para pacientes adultos. Las NP parenterales pediátricas tienen unas características distintas que les confieren una menor estabilidad:

- tienen menor concentración de aminoácidos
- tienen mayor concentración de calcio y fosfato.
- tienen menor concentración de lípidos cuando se inicia la nutrición parenteral.

3. Precipitados

La precipitación calcio-fosfato es la más común y preocupante en las NP. Para evitarla se recomienda el uso de fosfatos orgánicos (glicerofosfato sódico).

3.1 Precipitación calcio-fosfato.

La precipitación calcio-fosfato es el mayor problema de compatibilidad de las mezclas de NP. Se produce a rangos de concentración compatibles con las necesidades del paciente, especialmente en niños ya que tienen mayores requerimientos de estos iones²

La precipitación de fosfato cálcico se ve favorecida por los siguientes factores:

- Mayor concentración de calcio y fosfato.
- Aumento del pH de la solución, ya que en estas condiciones se aumenta la forma diácida de fosfato que es la mas propensa a precipitar como fosfato cálcico.
- Disminución de la concentración de aminoácidos. Los aminoácidos por una parte pueden formar complejos con el calcio y el fosfato haciéndolos menos accesibles. Por otra parte, al actuar como tampón impiden que el pH aumente.
- Aumento de la temperatura. Al aumentar el movimiento, provocado por el aumento de temperatura, existe más posibilidades de unión entre los iones calcio y fosfato.
- Orden de adición: se ha visto experimentalmente que la precipitación es mayor si se adiciona primero el calcio y luego el fosfato, aunque no se sabe exactamente la razón.
- Largo tiempo de reposo y velocidad de infusión lenta ya que hay mayor tiempo para la cristalización de la sal.
- Fuente de calcio: el cloruro cálcico se disocia más que otros compuestos como el gluconato cálcico o glubionato cálcico. Por lo que se recomienda utilizar éstos últimos.
- Fuente de fosfato: Si se utilizan fosfatos inorgánicos es mejor el fosfato monoácido que el diácido. Las fuentes orgánicas de fosfato se disocian mucho menos que las inorgánicas y tienen muy poca probabilidad de precipitar.

Si utilizamos fosfatos inorgánicos hay una alta probabilidad de no poder alcanzar los requerimientos de calcio y fósforo del niño. Como hemos dicho anteriormente, estos requerimientos son mayores en los niños que en los adultos y además, no es infrecuente que estos pacientes, especialmente los pretérminos, tengan restricción de volumen lo que dificultaría aún más incluir sus necesidades en la bolsa de NP. Para minimizar el riesgo de precipitación cuando se usan fuentes inorgánicas de fósforo existen diagramas que permiten conocer las concentraciones máximas de calcio y fosfato que se pueden alcanzar según el pH y la concentración de aminoácidos de la mezcla. Chaieb y col han estudiado recientemente este problema con fuentes inorgánicas de fosfato y concluyen que solo son compatibles concentraciones menores de 9 mmol /L de fosfato cuando se utilizan hasta 30 mmol /L de calcio y de 5 mmol /L de calcio para concentraciones hasta 13 mmol /L de fosfato². Las sales orgánicas de calcio y fosfato son mucho menos proclives a precipitar que las inorgánicas por lo que deberían ser las de primera elección^{3,4,5}. Los fosfatos orgánicos tienen una buena tolerancia y son una fuente eficaz de fósforo^{6,7}. Las concentraciones máximas que se pueden alcanzar con estos compuestos son mayores que las necesarias para aportar los requerimientos de los pacientes pediátricos. Sólo hay que tener especial precaución cuando el aporte proteico sea muy bajo (menor de 0,5%) y el volumen este muy restringido. El glicerofosfato sódico es el único fosfato orgánico disponible en nuestro país. Esta sal aporta dos mmol de sodio por cada mmol de fósforo lo que hay que tener en cuenta si se quiere restringir el aporte de sodio.

3.2 Otros precipitados

Se ha descrito la precipitación de complejos con oligoelementos a altas dosis y con algunos medicamentos. Por ello es de suma importancia no mezclar ni administrar en Y con la NP ningún medicamento cuya estabilidad no conozcamos.

4. Partículas en suspensión

Se recomienda filtrar las mezclas de NP con filtros de 0.22 micras cuando no llevan lípidos y con filtros 1.2 micras para NP "todo en uno".

En la manipulación de ampollas, viales y frascos que se realiza para preparar las bolsas de NP se genera una gran cantidad de partículas. Se ha observado microscópicamente partículas de cristal de las ampollas, goma y metal de los tapones, fibras de algodón provenientes de las gasas con las que se desinfectan los tapones, etc.. Para evitar el paso de partículas al paciente se puede filtrar las NP con filtros de 1,2 micras para emulsiones lipídicas y de 0,22 micras para soluciones no lipídicas, ya sea en el momento de la preparación o posteriormente en la administración.

5. Degradación de vitaminas

Se recomienda el aporte diario de vitaminas y oligoelementos en la misma bolsa. La degradación de vitaminas se puede minimizar utilizando NP "todo en uno", bolsas multicapa y bolsas exteriores de fotoprotección.

Las vitaminas más inestables en NP son la vitamina C y la vitamina A. El ácido ascórbico en presencia de oxígeno se oxida y el cobre es un catalizador de esta reacción. Por esta causa, durante muchos años se recomendó la administración de vitaminas y oligoelementos a días alternos. Hoy día se conoce que este efecto catalizador no es tan significativo y que lo realmente importante es intentar evitar el contacto con el oxígeno, ya sea en el momento de la preparación como posteriormente en la bolsa. Por ello, la utilización de bolsas multicapa que impide el paso del oxígeno reducen casi totalmente esta degradación cuando usamos oligoelementos conjuntamente con vitaminas^{8,9,10}.

La degradación de vitamina A parece que se debe a procesos de foto-degradación y de adherencia al plástico de las bolsas y sistemas. Para minimizar esta degradación se recomienda administrarla en NP con lípidos o en la bolsa de los lípidos, proteger de la luz tanto la bolsa como los sistemas¹¹ y utilizar bolsas multicapa.

6. Procesos de peroxidación

La generación de peróxidos es de especial importancia por su efecto deletéreo en neonatología. Para prevenirla es fundamental evitar la luz y el contacto con el oxígeno. Por ello se recomienda el uso de bolsas fotoprotectoras y bolsas multicapa.

En la última década se han publicado varios estudios que asocian la generación de radicales libres con el aumento de morbilidad de diversas patologías fundamentalmente en prematuros^{12,13}. Por otra parte también se ha constatado que la NP es una fuente de peróxidos y que los neonatos que reciben NP muestran mayor estrés oxidativo que los que no la reciben¹⁴. Los principales factores que influyen en los procesos de oxidación de las NP son la luz, el contacto con el oxígeno, la presencia de metales como el hierro o el cobre y la temperatura¹⁵. Se ha descrito que el uso de bolsas multicapa disminuyen estos procesos de generación de peróxidos. La peroxidación también está directamente relacionada con el contenido en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de la fuente lipídica e inversamente con el contenido en vitamina E de la NP¹⁶. Sin embargo altas concentraciones de vitamina E pueden tener efectos prooxidantes. Las emulsiones lipídicas con alto contenido en AGPI, como los que aportan un 100% de triglicéridos de cadena larga, contienen mayor cantidad de peróxidos^{8,14}. La administración de vitaminas conjuntamente con los lípidos y protegidos de la luz inhibe casi completamente la formación de peróxidos¹⁷.

Para evitar la peroxidación se recomienda almacenar las bolsas de NP en refrigeración y protegidas de la luz, proteger de la luz la NP y el sistema de administración, utilizar bolsas multicapa, sobre todo para largos periodos de almacenaje y cuando los lípidos se administran separados, utilizar mezclas "todo en uno" o administrar los multivitamínicos conjuntamente con los lípidos y utilizar lípidos con bajo contenido en AGPI.

7. Contaminación por aluminio

Es importante conocer el contenido de aluminio de los distintos componentes de la NP para intentar disminuir su aporte. Es preferible utilizar electrolitos en envases plásticos que en cristal.

Las soluciones utilizadas en la preparación de NP pueden contener aluminio procedente tanto de la materia prima como del proceso de fabricación o de los envases utilizados¹⁸ El aluminio administrado por vía intravenosa puede depositarse en hueso, hígado, cerebro y otros tejidos pudiendo producir complicaciones graves. Los recién nacidos, fundamentalmente pretérminos, son mucho más sensibles a concentraciones altas de aluminio por la inmadurez de su función renal. Este grupo de pacientes es además el que mayor cantidad de aluminio por kilo de peso recibe con la nutrición parenteral, ya que la mayor concentración de aluminio parece estar en las sales de calcio y fosfato, y estos niños tienen unos requerimientos muy altos de estas sales.

Los envases de cristal tienen mayor propensión a ceder aluminio a la solución. Se ha visto que existe una gran variabilidad entre lotes y que dentro de un lote el contenido de aluminio es mayor cuanto más próxima esté la fecha de caducidad. En EEUU se ha emitido recientemente una normativa que obliga a los fabricantes de productos destinados a la elaboración de NP a incluir en la etiqueta un mensaje indicando que la concentración es menor de 25 mcg/L o el contenido máximo que puede tener cada lote. En Europa todavía no hay ninguna normativa similar. Es importante conocer el contenido de aluminio de las soluciones para intentar disminuir su aporte sobre todo en neonatología y en pacientes con NP prolongada.

Bibliografía

-
- ¹ Driscoll, DF, Giampietro K, Wichelhaus DP, Nehne J, Niemann W and Bistrrian BR. Physicochemical stability assessments of lipid emulsions of varying oil composition. *Clinical Nutrition* 2001;20(2):151-157.
- ² Chaieb SD, Chaumeil JC, Jebnoun S, Khrouf N, Hedhili A and Sfar S. Calcium and phosphate compatibility and stability studies in different neonatal parenteral nutrition mixtures. *The European Journal of Hospital Pharmacy Science* 2006; 12(2):35-45
- ³ Hanning RM, Mitchell MK, Atkinton SA In vitro solubility of calcium glycerophosphate versus convencional mineral salts in pediatric parenteral nutrition solutions. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 1989; 9:67-72.
- ⁴ Raupp P, Kries RV, Pfahl HG, Manz F. Glycero vs Glucose-phosphate in parenteral nutrition of premature infants: Evaluation of calcium/phosphorus compatibility. *J Parent Ent Nutr* 1991;15:469-473..
- ⁵ Ronchera CL, Jiménez NV, Peidro J. Stability of parenteral nutrition admixtures containing organic phosphates. *Clin Nutr* 1995; 14:373-380.
- ⁶ Hanning RM, Atkinson SA, Whyte RK. Efficacy of calcium glycerophosphate vs convencional mineral salts for total parenteral nutrition in low birth weight infants: a randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:903-908.
- ⁷ Costello I, Powell C, Williams AF. Sodium glycerophosphate in the treatment of neonatal hypophosphataemia. *Arch Dis Child* 1995; 73:F44-F45.
- ⁸ Balet A, Cardona D, Jane S, et al. Effects of multilayered bags vs ethylvinylacetate bags on oxidation of parenteral nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2004;28(2):85-91.
- ⁹ Depertuis YM, Morch A, Fathi M, et al. Physical characteristics of total parenteral nutrition bags significantly affect the stability of vitamins C and B1: a controlled prospective study. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2002; :26(5):310-6.
- ¹⁰ Gomis, P, Míguez, S, Navarro JA. et al. Estabilidad de vitaminas en nutrición parenteral: comparación de bolsas multicapa frente a unicapa. *Nutrición Hospitalaria* 1996; 11:259-264.
- ¹¹ Hass C, Genzel-Boroviczény O, Koletzco B. Losses of vitamin A and E in parenteral nutrition suitable for premature infants *European Journal of Clinical Nutrition* 2002;56:906-912

¹² Inder TE, Darlow BA, Sluis KB et al. The correlation of elevated levels of an index of lipid peroxidation (MDA-TBA) with adverse outcome in the very low birthweight infant. *Acta Paediatr.* 1996;85(9):1116-22.

¹³ Collard KJ, Godeck S, Holley JE, Quinn MW. Pulmonary antioxidant concentrations and oxidative damage in ventilated premature babies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2004 Sep;89(5):F412-6

¹⁴ Basu BR, Muller DPR, Papp E et al. Free radical formation in infants: The effect of critical illness, parenteral nutrition, and enteral feeding. *Journal of Pediatric Surgery* 1999;34:1091-1095.

¹⁵ Steger PJ, Muhlebach SF. Lipid peroxidation of intravenous lipid emulsions and all-in-one admixtures in total parenteral nutrition bags: the influence of trace elements. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2000 Jan-Feb;24(1):37-41

¹⁶ Pironi L, Guidetti M, Zolezzi C et al. Peroxidation potential of lipid emulsions after compounding in all-in-one solutions. *Nutrition* 2003;19(9):784-8.

¹⁷ Silvers KM, Sluis KB, Darlow BA, McGuill F, Stocker R, Winterbourn CC. Limiting light-induced lipid peroxidation and vitamin loss in infant parenteral nutrition by adding multivitamin preparation to Intralipid. *Acta Paediatr* 2001; 90:242-249.

¹⁸ Gura KM, Puder M. Recent developments in aluminium contamination of products used in parenteral nutrition. *Curr Opin Nutr Metab Care* 2006; 9:239-246

ADMINISTRACIÓN DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL PEDIÁTRICA

Cleofé Pérez-Portabella Maristany. Unidad de Soporte Nutricional. Hospital General Vall d´Hebrón. Barcelona

1. MATERIAL

1.1 CONTENEDOR O BOLSA

El oxígeno y/o la luz son los principales causantes de la degradación de los componentes de la NP, especialmente de vitaminas y lípidos. La oxidación de algunas vitaminas y la peroxidación lipídica son catalizados por la luz, siendo la presencia de oxígeno el factor decisivo del proceso.

El material de la bolsa en contacto con la NP debe ser químicamente inerte, como el etilvinilacetato (EVA) o el polipropileno. El cloruro de polivinilo (PVC), además de ceder a los lípidos el plastificante tóxico dietilhexilftalato (DEHP) también adsorbe otros componentes de la NP.

Los tipos de bolsas utilizados en la actualidad son:

- Bolsa de EVA: bolsa inerte permeable al oxígeno que requiere siempre de una sobrebolsa fotoprotectora.
- Bolsa multicapa: bolsa formada por tres o más capas; generalmente las dos internas son de un material químicamente inerte y la externa está fabricada con un polímero impermeable al oxígeno, al vapor de agua y fotoprotector. El efecto fotoprotector, no es completo por lo que es necesario el uso de una bolsa adicional.
- Sobrebolsa fotoprotectora: bolsa destinada a bloquear la radiación ultravioleta. Se debe utilizar para evitar la degradación de las vitaminas y la peroxidación lipídica. Cuando los lípidos se infunden por separado también deben ser protegidos de la luz mediante este sistema.

El contenedor de la fórmula debe estar siempre identificado con el nombre del paciente, la composición de la NP, la osmolaridad, la fecha de caducidad y la velocidad de infusión. (ver capítulo de Preparación)

1.2. SISTEMAS O LÍNEAS DE INFUSIÓN

Suelen ser de PVC habitualmente opaco para evitar la exposición a la luz y la peroxidación de la fórmula.

Los dispositivos protectores tipo Secur-Lock o válvulas herméticas sin aguja son de gran utilidad, ya que evitan tener que pinzar la vía durante la manipulación de la línea (desconexión...) y los pinchazos accidentales. Además, desinfectados adecuadamente antes y después de su uso podrían disminuir el riesgo de infección.

1.3. FILTROS

Evitan la entrada de aire y partículas en el torrente circulatorio. Los filtros de 0,22 μm se utilizan en las soluciones sin lípidos con dextrosa y aminoácidos (soluciones binarias) y retienen bacterias además de partículas o precipitados. Los filtros de 1,2 μm se emplean para las fórmulas con lípidos (soluciones ternarias) y permiten el paso de las gotas de grasa de hasta 1,2 μm pero no de partículas mayores (microprecipitados). Algunos de estos filtros pueden retener endotoxinas.

Se recomienda el uso de sistemas de administración que tengan incorporado el filtro de 1.2 μm si la NP contiene lípidos y de 0.22 μm si no los lleva. Esto reduce el riesgo de contaminación al disminuir la manipulación y el trabajo del personal de enfermería.

Si no es posible la utilización rutinaria de filtros en la infusión de la NP, fundamentalmente por razones económicas, se recomienda al menos utilizarlos en las siguientes situaciones:

- Neonatos.
- Pacientes con nutrición parenteral domiciliaria.
- Pacientes en los que se prevé un tratamiento prolongado.
- Pacientes con enfermedad pulmonar.
- Infusiones con alto contenido en partículas (medicamentos que requieren preparación de reconstitución).
- Fórmulas con peligro de desestabilizarse por contener elevadas cantidades de calcio y fósforo.

1.4. BOMBAS VOLUMÉTRICAS DE INFUSIÓN

Permiten asegurar con precisión una velocidad del flujo constante. Las bombas actuales tienen la posibilidad de programar, para un determinado tiempo, diferentes velocidades de flujo. Esto es útil para ordenar distintas velocidades de inicio, meseta y retirada para evitar trastornos de la glucemia al comienzo y finalización de la nutrición en los pacientes con nutrición cíclica. En neonatos es frecuente utilizar bombas de jeringa debido a los volúmenes pequeños que se precisan.

Las bombas disponen de sistemas de alarma que permiten conocer cuándo va a finalizar la administración, si hay oclusión o si la batería está baja. También es importante que las bombas tengan capacidad de autonomía sin conexión a la red eléctrica. Esto permite al paciente desplazamientos y mayor independencia.

1.5. MATERIAL ESTÉRIL

Guantes, mascarilla, gorro y paño estéril para minimizar los riesgos de contaminación. Gasas o apósitos para realizar la cura.

1.6. CONEXIONES Y LLAVES

Se empleará conector en "Y", para los casos en los que los lípidos se administren separadamente de los demás nutrientes, pero por la misma vía venosa.

Las llaves de varios pasos se emplearán cuando sea necesario administrar otros fármacos y no se disponga de otra vía. Se deben colocar válvulas herméticas o tapones en todos los puertos para evitar la contaminación. Los dispositivos sin aguja tienen la ventaja de evitar los pinchazos accidentales.

Es importante verificar que el fármaco a administrar sea compatible con la nutrición parenteral.

2. MÉTODOS DE INFUSIÓN

La administración puede ser continua o cíclica.

Continua

Consiste en la administración de NP durante 24 horas. Se utiliza habitualmente en pacientes hospitalizados tanto para mezclas ternarias como cuando los lípidos son administrados por separado aunque estos últimos se pueden infundir en un tiempo menor. Es imprescindible cuando se requieren grandes volúmenes.

Cíclica

Es la administración de NP en periodos más cortos de tiempo, generalmente de 8 a 16 horas. Es habitual en pacientes con tratamientos de larga duración y en el domicilio. En general, la administración de la NP se realiza por la noche, para permitir al niño mayor autonomía y actividad durante el día. Además, este modo de perfusión tiene ventajas metabólicas como son el aumento de la movilización de las reservas grasas del paciente y la disminución de la enfermedad hepática asociada a la NP.

Para prevenir la oclusión del catéter es importante infundir suero fisiológico al finalizar la administración.

3. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA BOLSA DE NP Y SU ADMINISTRACIÓN

- ✓ Antes de conectar la bolsa de NP, ésta debe mezclarse bien mediante movimientos suaves. Se comprobará que el aspecto es homogéneo al inicio y durante la infusión.

- ✓ Se debe comprobar que la bolsa de NP corresponde al paciente y la composición es la prescrita. Hay que ajustar la velocidad de infusión según se especifique en la prescripción.
- ✓ Es deseable administrar la NP por una luz del catéter exclusiva para ello. Se recomienda no utilizar la misma luz para la administración de otros productos. Si no existe otra alternativa, se debe lavar con suero el catéter antes y después la infusión de fármacos o derivados sanguíneos. No se debe administrar ningún fármaco en "Y" con la NP excepto si existen estudios sobre su compatibilidad.
- ✓ La bolsa de NP se debe almacenar en la nevera a una temperatura entre 2° y 8° C. Se evitarán temperaturas superiores ya que desestabilizan la emulsión y aumenta la probabilidad de precipitación. A temperaturas excesivamente bajas se puede congelar la mezcla lo que ocasiona la ruptura de la emulsión lipídica. Conviene sacarla de la nevera una hora antes para que se atempere antes de su infusión. Se deben seguir las instrucciones del etiquetado y la fecha de caducidad debe ser respetada.
- ✓ La bolsa de la nutrición parenteral no debe permanecer más de 24 horas a temperatura ambiente por lo que se recomienda que el periodo de administración no supere ese tiempo. Las bolsas preparadas por la industria (compartimentadas), que no requieren temperaturas de nevera para su almacenamiento, deben guardarse en un lugar fresco y seco protegido de la luz y no se deben usar durante más de 24 horas si ya están mezcladas.

MONITORIZACIÓN Y COMPLICACIONES

Jose Manuel Moreno Villares

Unidad de Nutrición. Hospital 12 de octubre. Madrid

Monitorización

La monitorización de la NP pasa por una valoración inicial completa antes de su inicio, en la que se incluirán tanto la propia indicación de la NP, el estado nutricional del niño, el tipo de acceso venoso y una serie de controles analíticos que se detallan en la tabla 1. Las complicaciones de la nutrición parenteral pueden minimizarse cuando se hace una indicación adecuada, se elige una mezcla de nutrientes equilibrada y se vigila estrechamente la respuesta del paciente. La frecuencia con la que es preciso obtener determinaciones analíticas en el seguimiento dependerá tanto de la situación clínica como de la duración del soporte nutricional¹. Así, los enfermos con pérdidas aumentadas de líquidos (por ejemplo por una sonda o un drenaje) o con fallo de algún órgano requieren controles más frecuentes. También es el caso de los pacientes muy desnutridos, que pueden presentar un síndrome de realimentación. En los recién nacidos se minimizará el número de las determinaciones analíticas o, en caso de realizarlas, se preferirá el uso de micrométodos que utilizan escasa cantidad de sangre.

Cuando se trata de pacientes con NP domiciliaria (NPD) o prolongada, además de las determinaciones habituales, se monitorizarán niveles de vitaminas y elementos traza^{2, 3}.

Además, el equipo médico responsable del soporte nutricional ha de realizar evaluaciones periódicas de la situación nutricional así como el cumplimiento de los objetivos terapéuticos marcados al inicio del soporte. Valorará la retirada de la NP cuando se hayan conseguido dichos objetivos y el paciente sea capaz de recibir por vía digestiva un aporte suficiente de nutrientes (por encima de dos tercios de los requerimientos estimados) o bien cuando sea una medida terapéutica fútil.

Complicaciones

Podemos clasificar las complicaciones en cuatro grupos: las relacionadas con los catéteres venosos centrales (CVC); las complicaciones metabólicas; las dependientes de la estabilidad de las soluciones o de las interacciones con fármacos y las psicosociales.

1. Complicaciones asociadas a los catéteres venosos centrales

Dentro de estas se incluyen las complicaciones mecánicas, la obstrucción del catéter, la trombosis venosa y las infecciones relacionadas con el catéter.

1.1 *Complicaciones técnicas en relación con la inserción del CVC*

Neumotórax; laceración de un vaso, arritmias, perforación cardíaca con taponamiento, embolismo aéreo, lesión de un plexo nervioso o localización anómala del catéter⁴.

1.2. *Rotura o desplazamiento accidental*

El CVC puede desplazarse accidentalmente o deliberadamente al tirar de él. Para evitar desplazamientos o retiradas accidentales del catéter es preciso asegurarlo bien, adecuando tanto las medidas de recubrimiento del catéter como las propias vestimentas del niño.

Con el uso prolongado, el catéter puede deteriorarse y presentar orificios o desgarros. Algunos de los fabricantes de CVC de larga duración disponen de kits de reparación sin necesidad de recambiar todo el catéter.

1.3. *Oclusión*

Se define como la obstrucción parcial o completa de un catéter venoso central que limita o impide la posibilidad de extraer sangre o infundir a través del mismo. Puede ocurrir tanto por obstrucción de la luz del catéter como por una compresión externa del catéter o por una malposición del mismo (tabla 2).

Se recomienda infundir suero fisiológico (3 a 5 ml) a través del catéter después de la administración de medicaciones o tras la extracción de sangre con el fin de prevenir la oclusión. La adición rutinaria de heparina en dosis de 0.5 a 1 UI/mL en las soluciones de NP es controvertida como profilaxis de la oclusión del catéter⁵. Las guías de la ESPGHAN/ESPEN recomiendan infundir suero salino fisiológico después de la administración de cualquier medicación y la instilación de heparina semanalmente cuando no se usa el catéter⁶.

Una vez descartada una obstrucción mecánica, la oclusión del catéter puede tratarse con un fibrinolítico (uroquinasa o alteplasa) si se sospecha un depósito de sangre o fibrina y con alcohol o ácido clorhídrico si se sospecha que se deba a los lípidos o a la precipitación de algún fármaco⁷.

1.3.1 Actuación ante una obstrucción del catéter

Dependerá de la causa que se sospeche. Antes de iniciar un tratamiento farmacológico deberá descartarse oclusión no trombótica.

a. Malposición.

- Conectar una jeringa de suero fisiológico al catéter e intentar aspirar variando la posición del paciente.
- Intentar con cambios en la posición del paciente (decúbito lateral, posición de Trendelenburg, maniobra de Valsalva, tos, respiración profunda, elevación de brazos).
- Radiografía de tórax para descartar migración o malposición.
 - En el caso de que se evidencie una malposición intravascular, intentar corregirla.
 - Si evidencia localización extravascular retirarlo.

b. Precipitados de fármacos o minerales

- Los precipitados que se disuelven en medio ácido (precipitados de calcio-fosfato, vancomicina o etopósido): utilizar 0,2-3 ml de ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N^{8,9}.
- Precipitados que se disuelven en medio básico (ticarcilina, oxacilina, fenitoina, imipenem): utilizar 1ml de bicarbonato sódico 1N o 1M.

c. Depósitos de lípidos

Deberá sospecharse si la oclusión se ha producido tras la administración de NP o de fármacos vehiculizados en excipientes oleosos.

Se puede utilizar 3-5 ml de etanol al 70% durante 1-2 horas¹⁰, aspirándolo después, o, si fracasa, hidróxido sódico (NaOH) 0,1mmol/ml¹¹ ó 0,5 ml de HCl 0,1 N seguido de solución heparinizada¹².

1.4. Oclusion trombótica

La trombosis de un CVC no es rara y ocurre con mayor frecuencia en niños que en adultos. El coágulo puede formarse como una vaina de fibrina en el extremo distal del catéter o como un trombo en la pared externa del catéter o en la pared del vaso en el que se sitúa el catéter.

Para restaurar la permeabilidad de la vía en caso de una oclusión trombótica puede usarse estreptoquinasa, uroquinasa o factor activador del plasminógeno (alteplasa)^{13, 14}. Existen pocos estudios en niños en relación con los nuevos fibrinolíticos como la uroquinasa recombinante o la reteplasa.

1.4.1 Consideraciones previas respecto a los fibrinolíticos:

- Se pueden utilizar en la desobstrucción de coágulos debidos a fibrina o sangre pero no son efectivos en precipitados de tipo lipídico.
- El volumen de trombolítico debe permitir rellenar toda la cavidad interior del catéter.
- El fibrinolítico permanecerá en la luz entre 30 y 60 minutos aunque en ocasiones pudiera ser necesario más tiempo.
- El fibrinolítico debe ser aspirado para evitar reacciones sistémicas. Cuando se reestablece el flujo deben aspirarse unos 5 mL de sangre para retirar el fármaco y el coágulo.
- Si es necesario, el procedimiento se puede repetir una vez y /o prolongar el tiempo de exposición.
- Se debe infundir en el catéter suero fisiológico y heparina tras el procedimiento de desobstrucción.

1.4.2 Tratamiento trombolítico estándar:

- a) Se inicia con heparina sódica 1% (1000 UI/ml) seguido de 1 ml de suero fisiológico en la luz y se clampa durante 15-30 minutos tras los cuales se intenta aspirar para valorar su efecto.
- b) Si fracasa, se prueba con uroquinasa (5000 UI/ml) que se clampa durante 20-30 minutos. Se aspira a continuación y se valora respuesta. Este proceso se puede repetir varias veces con un porcentaje de éxito de 50-95%

En los catéteres tipo Hickman se suelen usar dosis mayores por su mayor calibre y longitud. La alteplasa y uroquinasa no estimulan la formación de anticuerpos y por lo tanto es posible su administración repetida como terapia trombolítica. En las tablas 3 y 4 se muestra la pauta de tratamiento con uroquinasa y alteplasa¹⁵.

1.5. Trombosis de una vena central.

Puede ser asintomática, manifestarse como dolor o edema local en la extremidad afecta o incluso como un tromboembolismo potencialmente fatal. La trombosis de un vaso se presenta sólo en pacientes con NP de larga duración. Un ecocardiograma o una ecografía-doppler, un escáner torácico o una venografía pueden confirmar el diagnóstico. Esta complicación se asocia con frecuencia a infecciones de repetición del catéter, a cambios frecuentes de localización, a la colocación anómala del extremo distal del catéter, a extracciones frecuentes o al uso de soluciones hipertónicas. La trombosis aguda puede tratarse con agentes trombolíticos pero la forma más habitual de tratamiento es la anticoagulación¹⁶. En pacientes con necesidad de NP prolongada o con alto riesgo de tromboembolismo puede ser interesante el uso de antagonistas de la vitamina K o de heparinas de bajo peso molecular¹⁷.

1.6. Infecciones

Las bacteriemias asociadas a catéter son una de las complicaciones más comunes de los CVC y son potencialmente graves. Constituyen la tercera causa de infección nosocomial en la Unidades de Cuidados Intensivos. La infección puede proceder de la flora de la piel, de la contaminación del cabezal ("*hub*") del catéter, de siembras hematógenas a distancia o de la contaminación de la solución infundida. Las dos principales puertas de infección son el punto de

inserción en la piel (en los catéteres de corta duración) o el cabezal del catéter (en los catéteres permanentes). Los gérmenes causantes de bacteriemia asociada a catéter (por orden de frecuencia) son: *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter spp*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* (*E. faecalis*, *E. faecium*) y *Candida albicans* u otros hongos.

Debe sospecharse una infección asociada a catéter si el niño presenta fiebre $> 38,5^{\circ}$, acidosis metabólica, trombocitopenia o inestabilidad en la homeostasis de la glucosa, en ausencia de otro foco en la exploración. Ante la sospecha de infección deben realizarse hemocultivos simultáneos de sangre periférica y central, extraídos a través de cada una de las luces del catéter, y, posteriormente, comenzar antibioterapia de amplio espectro de forma empírica de acuerdo con las pautas de cada institución. Una vez conocido el resultado del hemocultivo y del antibiograma se modificará la pauta antibiótica. La duración del tratamiento dependerá del germen aislado.

La retirada del catéter ha sido considerada tradicionalmente el tratamiento de elección, salvo que existan problemas de accesos vasculares, y lo sigue siendo en los catéteres de corta duración. En los CVC de larga duración, las indicaciones de retirada son: Infecciones fúngicas documentadas, bacteriemias recurrentes, persistencia de fiebre o alteración hemodinámica más de 48 horas después de iniciado el tratamiento antibiótico y las infecciones polimicrobianas¹⁸. En catéteres de larga duración podemos intentar evitar la retirada del catéter mediante el "antibiotic-lock"^{19,20}. Consiste, ante la sospecha de bacteriemia asociada a CVC y tras obtener hemocultivos, en dejar en la luz del catéter 2 a 3 mL de una mezcla de vancomicina (1-2 mg/mL) y amikacina (1.5-3 mg/mL) que puede mantenerse 2-3 días o cambiarse diariamente. En esta situación se suspende la NP por esa vía durante 2 ó 3 días y se añade antibioterapia sistémica en función de la situación clínica. Si al reiniciar la NP no se produce una recurrencia de la bacteriemia, se mantiene el tratamiento (tanto "antibiotic-lock" como sistémico) durante dos semanas, evitando la retirada del catéter. Las estrategias terapéuticas y la antibioterapia se recogen en la tabla 5.

El punto clave en la prevención de las infecciones asociadas a catéter es el cumplimiento de la técnica aséptica en el manejo del catéter, incluyendo el lavado de manos²¹.

2. Complicaciones metabólicas

Incluyen las derivadas del déficit o del exceso de alguno de los componentes individuales de la solución de NP o de la presencia de contaminantes.

2.1 Deficit o exceso de micronutrientes

Pueden disminuir considerablemente con el ajuste de los aportes de nutrientes. Las más frecuentes son las debidas al déficit de nutrientes: hipoglucemia, hipofosfatemia e hipocalcemia; las debidas al exceso de nutrientes: hiperglucemia e hipertrigliceridemia, cuando se sobrepasa la capacidad plasmática de aclaramiento lipídico, y las debidas al exceso o al déficit de líquidos^{22,23}. Se ha demostrado la asociación entre hiperglucemia, inmunodepresión y riesgo de infección, sobre todo en el paciente crítico^{24,25}.

2.2 Síndrome de realimentación

Hay que ser extremadamente cuidadoso en la alimentación de niños desnutridos para evitar el síndrome de realimentación. Consiste en un desequilibrio de líquidos y electrolitos, intolerancia a los hidratos de carbono y déficit de vitaminas que ocurre en pacientes muy desnutridos durante una realimentación rápida^{26,27}. Estos rápidos cambios metabólicos pueden ocasionar graves complicaciones que amenacen la vida. Para disminuir el riesgo de aparición del síndrome de realimentación ha de actuarse cuidadosamente, especialmente en la fase inicial de la realimentación:

- Reducir el aporte de líquido y de sodio. Monitorizar la ganancia de peso y las pérdidas insensibles.
- Infusión continua de glucosa a un ritmo similar a la tasa de producción endógena (variable con la edad)
- Corrección lenta de la hipopotasemia
- Corrección progresiva de la hipofosfatemia y la hipomagnesemia
- Inicialmente aporte limitado de proteínas
- Aporte suficiente de vitaminas y oligoelementos
- Monitorización clínica y analítica estrecha

2.3 Enfermedad metabólica ósea (osteoporosis, osteomalacia)

Se da en pacientes con nutrición parenteral de muy larga duración²⁸. El origen es multifactorial, en el que influyen tanto la enfermedad de base como mecanismos relacionados con la NP: exceso de vitamina D, desequilibrio en los aportes de fósforo, nitrógeno y energía, exceso de aminoácidos y contaminación con aluminio, entre otros.

2.4 Alteraciones hepáticas

En más del 50% de niños con NP durante más de dos semanas se observan alteraciones de las pruebas de función hepática, sobre todo GGT y bilirrubina, generalmente de carácter autolimitado^{29, 30, 31, 32}. El origen es desconocido y, en su aparición, pueden influir distintos factores como la disminución del circuito enterohepático, el empleo de soluciones pobres en taurina y ricas en glicina y a las infecciones. Tras el inicio de la alimentación enteral y la retirada de la NP su corrección es la norma. Sólo excepcionalmente obligarán a modificar la composición de la solución de NP. Son especialmente importantes en la NP de larga duración y pueden manifestarse como litiasis biliar o complicaciones hepáticas, desde la esteatosis a la cirrosis, pasando por una simple elevación de las pruebas de función hepática, la colestasis y la fibrosis³³. Mientras la esteatosis es más frecuente en pacientes adultos, la colestasis lo es en los niños³⁴. La esteatosis hepática puede estar originada por una excesiva infusión de glucosa³⁵, o de lípidos³⁶, o a deficiencias en determinados nutrientes como la carnitina, la colina o los ácidos grasos esenciales³⁷. En la aparición de la colestasis influyen una duración prolongada de la NP, el exceso de aporte calórico, la presencia de un síndrome de intestino corto, el reposo intestinal, las infecciones bacterianas y el sobrecrecimiento bacteriano^{38, 39}. La colestasis es reversible si la NP puede suspenderse antes de que se produzca un daño hepático irreversible o si se eliminan o minimizan los factores predisponentes.

La prevención de las complicaciones hepáticas debe considerar todos los factores potenciales de riesgo. Algunas medidas pueden limitar o revertir la afectación hepática: la instauración precoz de una nutrición enteral mínima, la NP cíclica, el tratamiento del sobrecrecimiento bacteriano, la prevención y el tratamiento precoz de las infecciones, el uso de una NP equilibrada (disminuir el aporte calórico total, disminuir el aporte de lípidos a < 1 g/kg/día, etc) y la administración de fármacos coleréticos, en especial el ácido ursodeoxicólico (10 a 30 mg/kg/d), son las armas más eficaces^{40, 41, 42}.

3. Problemas psicosociales

La enfermedad de base, las hospitalizaciones repetidas y prolongadas, la dependencia de máquinas y la sobreprotección de los padres pueden perturbar el desarrollo normal de algunos niños con NP prolongada. Hemos de procurar enviar a los niños con NP prolongada lo antes posible a su domicilio.

4. Compatibilidad

El uso de sales orgánicas de fosfato reduce el riesgo de precipitaciones. Por el contrario, el uso de heparina en las emulsiones lleva consigo un cierto riesgo de inestabilidad de las emulsiones⁴³. La estabilidad de las mezclas de NP y de la adición de fármacos a las mezclas es revisada en otro de los capítulos de esta guía.

Tabla 1. Monitorización de la NP en niños

A. Control clínico
- Balance hídrico diario
- Antropometría (peso, talla, perímetro cefálico)
B. Control analítico
- Hemograma con recuento diferencial
- Electrolitos
- Urea/creatinina
- Glucosa en sangre
- Equilibrio ácido-base
- Calcio/fósforo
- Proteínas totales/Albumina
- (Prealbumina)
- Enzimas hepáticos y bilirrubina
- Colesterol y triglicéridos
- Glucosa, electrolitos y cuerpos cetónicos en orina

Estos parámetros deben realizarse al inicio de la NP y posteriormente con frecuencia variable según la situación clínica del paciente (por ejemplo 2 o 3 veces a la semana inicialmente). Si la NP se prolonga durante meses hay que monitorizar también oligoelementos, vitaminas, mineralización y edad ósea y estudio de coagulación (estudio de factores de riesgo trombótico).

Tabla 2. Causas de obstrucción del catéter**A. Trombótica**

- trombo
- depósito de fibrina

B. No trombótica**1. Precipitaciones en la luz del catéter**

- Precipitados de fármacos: cristalización de un fármaco, incompatibilidad entre fármacos, incompatibilidad entre la NP y un fármaco.

- Depósito de lípidos

2. Mecánicas

- Malposición del catéter
- Desplazamiento del catéter
- Compresión extrínseca

Tabla 3. Pauta de tratamiento antitrombótico con uroquinasa

- a. Colocarse guantes estériles y desinfectar el orificio de salida del catéter y la zona circundante ("campo estéril").
- b. Disolver 100.000 UI de uroquinasa en 10 ml de suero fisiológico: inyectar 2 ml de esta solución en el catéter (20.000UI) y clampar. En caso de que la obstrucción sea completa puede colocarse una llave de tres pasos en el cabezal del catéter, aspirando todo lo que se pueda antes de infundir la uroquinasa.
- c. Dejar el catéter clampado y sin manipular durante 30 minutos, posteriormente aspirar con jeringa de 5 ml para retirar la medicación y comprobar la permeabilidad de la vía.
- d. Si se mantiene la obstrucción volver a inyectar en el catéter otros 2 ml de la solución de uroquinasa, dejando el catéter clampado y sin manipular durante 1 hora. Posteriormente proceder como en el paso anterior.
- e. Lavar el catéter con 10 ml de solución salina y conectar la solución a infundir.

Tabla 4. Pauta de tratamiento antitrombótico con alteplasa

Los preparados del alteplasa contienen 50 mg y 100 mg que deben diluirse con agua para inyectable hasta una concentración de 1 mg/ml, en alícuotas de 2 ml que es lo que se utiliza para la desobstrucción de catéter.

1. Clampar el catéter y retirar el tapón o la llave.
2. Desclampar el catéter e infundir lentamente la solución de alteplasa hasta llenar la luz. En caso de una obstrucción completa puede ser útil hacer uso de una llave de tres pasos.
3. Esperar de 30 minutos a 2 horas.
4. Clampar el catéter y retirar el tapón.
5. Ajustar una jeringa vacía en el extremo del cateter, desclampar el catéter y aspirar 5 ml del líquido.
6. Si no es posible aspirar, repetir el proceso con una nueva dosis de alteplasa. Si el catéter permanece obstruido tras dos dosis de alteplasa avisar al equipo médico para buscar nuevas etiologías responsables de la obstrucción y nuevas estrategias.
7. Si es posible aspirar, clampar el catéter y conectar una jeringa con cloruro sódico al 0,9%, desclampar el catéter permitiendo la infusión de 20 a 30 ml usando el método de empuje-pausa para aumentar la turbulencia.
8. Clampar el catéter, retirando la jeringa y cerrar el catéter o infundir la terapia.

TABLA 5. Estrategias de tratamiento en las infecciones asociadas a catéter

Infección	Manifestaciones	Tratamiento
Punto de inserción	Eritema, induración o exudado a < 2 cm del orificio de salida	o Tratamiento tópico Antibióticos orales
Trayecto tunelizado	Eritema, induración o exudado a > 2 cm del orificio de salida	o Retirada del catéter Antibióticos sistémicos (?)
Localización del reservorio (bolsillo subcutáneo)	Eritema o necrosis exudado en la piel sobre el reservorio	o Retirada del reservorio Antibióticos sistémicos
Bacteriemia asociada a catéter	Hemocultivo positivo del catéter y vía periférica + no otro origen de la fiebre o desaparición de la fiebre tras la retirada del catéter	del Antibióticos sistémicos o "Antibiotic lock" en CVC tunelizados Retirada del catéter en las situaciones descritas en el texto

Referencias bibliográficas

- ¹ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Organisational aspects of hospital PN. En: Guidelines on pediatric parenteral nutrition of the European Society of Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN); supported by the European Society for Pediatric Research (ESPR): *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41: S63-S69.
- ² Ireton-Jones C, DeLegge MH, Epperson LA, Alexander J. Management of the home parenteral nutrition patient. *Nutr Clin Pract* 2003; 18: 310-7.
- ³ Vanderhoof JA, Young RJ. Overview of considerations for the pediatric patient receiving home parenteral and enteral nutrition. *Nutr Clin Pract* 2003; 18: 221-6.
- ⁴ Chwals WJ. Vascular access for home intravenous therapy in children. *JPEN, J Parent Ent Nutr* 2006; 30: S65-S69.
- ⁵ Shah P, Ng E, Sinha A, Shah P. Heparin for prolonging peripheral intravenous catheter use in neonates. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; 19 (4): CD002774.
- ⁶ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Complications. En: Guidelines on pediatric parenteral nutrition of the European Society of Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN); supported by the European Society for Pediatric Research (ESPR): *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005; 41: S76-S84.
- ⁷ Kerner JA, Garcia-Careaga MG, Fisher AA, Poole RL. Treatment of catheter occlusion in pediatric patients. *JPEN, J Parent Ent Nutr* 2006; 30: S73-S81.
- ⁸ Werlin SL, Lausten T, Jessen S, et al. Treatment of central venous catheter occlusion with ethanol and hydrochloric acid. *JPEN, J Parent Ent Nutr* 1995; 19: 416-8.
- ⁹ Holcombe BJ, Forloines-Lynn S, Garmhausen LW. Restoring patency of long-term central venous access devices. *J Intraven Nurs* 1992; 15: 36-41.
- ¹⁰ Pennington CR, Pithie AD. Ethanol lock in the management of catheter occlusion. *JPEN J Parent Enteral Nutr* 1987; 11: 507-8.
- ¹¹ Ter Borg F, Timmer J, de Kam SS, Sauerwein HP. Use of sodium hydroxide to clear partially occluded vascular access ports. *JPEN J Parent Enteral Nutr* 1993; 17: 289-91.
- ¹² Jacobs BR, Schilling S, Doellman D, Hutchinson N, Rickey M, Nelson. Central

venous catheter occlusion: a prospective, controlled trial examining the impact of a positive-pressure valve device. *JPEN, J Parent Ent Nutr* 2004; 28(2):113-8.

¹³ Ponec D, Irwin D, Haire WD, Hill PA, Li X, McCluskey ER, for the COOL investigators. Recombinant tissue plasminogen activator (Alteplase) for restoration of flow in occluded central venous access devices: a double-blind placebo-controlled trial. The Cardiovascular thrombolytic to Open Occluded Lines (COOL) Efficacy Trial. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12: 951-5.

¹⁴ Shen V, Li X, Murdock M, Resnansky L, McCluskey ER, for the COOL investigators. Recombinant tissue plasminogen activator (Alteplase) for restoration of flow in occluded central venous access catheters in pediatric patients. *J Pediatr Hematol Oncol* 2003; 25: 38-45.

¹⁵ American Gastroenterological Association. American Gastroenterological Association medical position statement: short bowel syndrome and intestinal transplantation. *Gastroenterology* 2003; 124: 1105-10.

¹⁶ Grant J. Recognition, prevention, and treatment of home total parenteral nutrition central venous access complications. *JPEN* 2002; 26: S21-8.

¹⁷ Veerabagu MP, Tuttle-Newhall J, Maliakkal R, et al. Warfarin and reduced central venous thrombosis in home parenteral nutrition. *Nutrition* 1995; 11: 142-4.

¹⁸ De la Cuerda Compés C, Bretón Lesmes I, Bonada Sanjaume A, Planas Vila M, en representación del grupo NADYA-SENPE. Protocolo para el diagnóstico y tratamiento de las infecciones relacionadas con el catéter en el paciente con nutrición parenteral domiciliaria. *Rev Clin Esp* 2005; 205: 386-91.

¹⁹ Messing B, Peitra-Cohen S, Debure A, Beliah M, Bernier JJ. Antibiotic-lock technique: a new approach to optimal therapy for catheter-related sepsis in home parenteral nutrition patients. *JPEN* 1988; 12: 185-9.

²⁰ Messing B, Man F, Colimon R, Thuillier F, Beliah M. Antibiotic-lock technique is an effective treatment of bacterial catheter-related sepsis during parenteral nutrition. *Clin Nutr* 1990; 9: 220-5.

²¹ Raad II, Hohn DC, Gillbreth BJ, et al. Prevention of central venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994; 15: 231-8.

²² Howard L, Ashley C. Management of complications in patients receiving home parenteral nutrition. *Gastroenterology* 2003; 124: 1651-61.

-
- ²³ Btaiche IF, Khalidi N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, part 1. *Am J Health-Syst Pharm* 2004; 61: 1938-49.
- ²⁴ Van Den Berghe G, Wouters PJ, Weekers F, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; 345: 1359-67.
- ²⁵ Van Den Berghe G, Wouters PJ, Bouillon R, et al. Outcome benefit of intensive insulin therapy in the critically ill: insulin dose versus glycemic control. *Crit Care Med* 2003; 31: 359-66.
- ²⁶ Solomon SM, Kirby DF. The refeeding syndrome: a review. *JPEN J Parent Ent Nutr* 1990; 14: 90-7.
- ²⁷ Crook MA, Hally V, Pantelli JV. The importance of the refeeding syndrome. *Nutrition* 2001; 17: 632-7.
- ²⁸ Nousia-Arvanitakis S, Angelopoulo-Sakadami N, Metroliou K. Complications associated with total parenteral nutrition in infants with short bowel syndrome. *Hepatogastroenterology* 1992; 39: 169-72.
- ²⁹ Kelly DA. Liver complications of pediatric parenteral nutrition. *Epidemiology. Nutrition* 1998; 14: 153-7.
- ³⁰ Nanji AA, Anderson FH. Sensitivity and specificity of liver function tests in the detection of parenteral nutrition-associated cholestasis. *J Parent Ent Nutr* 1985; 9: 307-8.
- ³¹ Quigley EM, Marsh MN, Shaffer JL, et al. Hepatobiliary complications of total parenteral nutrition. *Gastroenterology* 1993; 104: 286-301.
- ³² Moreno JM, Gomis P, Galiano MJ, Valero MA, Serrano O, León-Sanz M. Complicaciones hepáticas asociadas a nutrición parenteral de corta duración en niños. *An Esp Pediatr* 1999; 51: 2-26.
- ³³ Cavicchi M, Beau P, Crenn P, Degott C, Messing B. Prevalence of liver disease and contributing factors in patients receiving home parenteral nutrition for permanent intestinal failure. *Ann Intern Med* 2000; 132: 525-32.
- ³⁴ Btaiche IF, Khalidi N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, part 2. *Am J Health-Syst Pharm* 2004; 61: 2050-9.
- ³⁵ Lowry SF, Brennan MF. Abnormal liver function during parenteral nutrition: relation to infusion excess. *J Surg Res* 1979; 26: 300-7.
- ³⁶ Nussbaum MS, Fischer JE. Pathogenesis of hepatic stentosis during parenteral nutrition. *Surg Annu* 1991; 23: 1-11.
- ³⁷ Buchman AL. Choline deficiency during parenteral nutrition in humans. *Nutr*

Clin Pract 2003; 18: 353-8.

³⁸ Forchielli ML, Walker WA. Nutritional factors contributing to the development of cholestasis during total parenteral nutrition. *Adv Pediatr* 2003; 50: 245-67.

³⁹ Van Saene HKF, Taylor N, Donnell SC, et al. Gut overgrowth with abnormal flora: the missing link in parenteral nutrition-related sepsis in surgical neonates. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57: 548-53.

⁴⁰ Wu PA, Kerner JA, Berquist WE. Parenteral nutrition-associated cholestasis related to parental care. *Nutr Clin Pract* 2006; 21: 291-5.

⁴¹ Chen CY, Tsao PN, Chen HL, Chou HC, Hsieh WS, Chang MH. Ursodeoxycholic acid (UDCA) therapy in very-low birth weight infants with parenteral nutrition-associated cholestasis. *J Pediatr* 2004; 145: 317-21.

⁴² Kumpf VJ. Parenteral nutrition-associated liver disease in adult and pediatric patients. *Nutr Clin Pract* 2006; 21: 279-90.

⁴³ Barnett MI, Cosslett AG, Duffield JR, et al. Parenteral nutrition. Pharmaceutical problems of compatibility and stability. *Drug Saf* 1990; 5: 101-6.