

## NUTRICIÓN PARENTERAL EN PEDIATRÍA

Isabel Campos Cavada

## RESUMEN:

**Introducción:** La nutrición parenteral ha sido utilizada por cerca de cuatro décadas, pero en el área pediátrica aún existe desconocimiento sobre el tema y muchas veces es realizada en forma errónea y con temor, traduciéndose en poco éxito o mayor número de complicaciones. La siguiente revisión pretende orientar sobre los aspectos básicos de la nutrición parenteral en el paciente pediátrico. Se abordan indicaciones y contraindicaciones de este tipo de soporte, formas de preparación, vías de administración, tipos de accesos venosos vasculares utilizados en niños, guías para la determinación de los requerimientos calóricos, hídricos, macro y micronutrientes, características de algunas de las soluciones existentes en el país, y especial atención a las complicaciones más frecuentes y la manera de manejarlas, monitoreo, y definiciones como nutrición parenteral cíclica y domiciliaria. Además, se señalan algunas diferencias con el soporte nutricional en el neonato pretérmino. La comprensión de las técnicas y problemas de este tipo de soporte permitirá mejorar la eficacia de lo que ha sido sin duda alguna, uno de los avances médicos más importantes de los últimos años. **Arch Venez Pueric Pediatr 69 (2): 67 - 82**

**Palabras clave:** Nutrición parenteral, soporte nutricional, niños, neonatos pretérmino.

## SUMMARY:

**Introduction:** Parenteral nutrition has been used nearly by four decades ago but there is still lack of knowledge in pediatric area, and many times it is done in a wrong way and with fear, resulting in lack of success or more number of complications. The aim of the following review is to advise about basic aspects of parenteral nutrition in pediatrics patients. Approaching indications, contraindications of this kind of support, way of preparation, sort of venous access used in children, guides to determination of caloric, fluids, macro and micronutrients requirements, characteristics of some solutions in our country, special interest to the complications and treatment of them, monitoring, and updating of concepts like cyclic and home parenteral nutrition. Also, pointing out some differences with nutritional support in the preterm newborn. An understanding of techniques and problems of this kind of support, will allow improving the efficacy of what is undoubtedly, one of the most important medical advances of last years. **Arch Venez Pueric Pediatr 69 (2): 67 - 82**

**Key words:** Parenteral nutrition, nutritional support, children, preterm newborn.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de la amplia expansión del uso de la administración parenteral de nutrientes en pacientes pediátricos, las expectativas de la terapia a menudo son sobre o subestimadas, debido al uso inapropiado de la nutrición parenteral en pacientes quienes pueden tolerar la administración enteral de nutrientes, o bien por no aportar la nutrición parenteral a pacientes en quienes está indicado. Estas malas interpretaciones pueden ser producto del pobre entendimiento de muchos aspectos de esta técnica. La comprensión de estos problemas es lo que permitirá mejorar la eficacia (1). La restricción del crecimiento extrauterino en pretérminos, secundario a una nutrición subóptima, es el principal problema en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Existen evidencias que un déficit temprano en el crecimiento lleva a efectos secundarios tardíos incluyendo la talla baja y el pobre desarrollo neurológico, por lo que la ruta parenteral en la alimentación es esencial para mantener la integridad nutricional antes de que la nutrición enteral sea alcanzada exitosamente (2).

## DEFINICIÓN

La nutrición parenteral (NP) es la técnica de nutrición artificial que consiste en la administración endovenosa de micro y macronutrientes en forma de carbohidratos, lípidos y proteínas al paciente, los cuales no puede utilizar el tracto digestivo en la digestión y absorción de todo o de parte de sus requerimientos nutricionales (3 - 5).

## OBJETIVOS

Promover el crecimiento y desarrollo normal del niño (6,7), preservar los depósitos tisulares de nutrientes existentes (8), y disminuir la incidencia de malnutrición que acompaña a las situaciones médico-quirúrgicas del paciente. En el caso del niño pretérmino, el objetivo es conseguir que el niño tenga en la fase postnatal, un crecimiento y desarrollo similar al intrauterino (9).

## VENTAJAS

Constituye la única alternativa posible que permite cubrir el conjunto de necesidades nutricionales del organismo y sustituir la alimentación oral cuando ésta no es posible, mejorando la morbilidad (9).

## DESVENTAJAS

Es una técnica no fisiológica pues no existen las fases cerebral e intestinal de la digestión y se excluye la circu-

(\*) Universidad Simón Bolívar. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos  
Sección Nutrición Clínica; Caracas, Venezuela  
Profesora Postgrado Nutrición Clínica Pediátrica.  
Universidad Simón Bolívar.  
E-mail: isacampos@cantv.net

lación portal como vía de absorción de nutrientes (9). No ocurre la estimulación de hormonas intestinales y otras secreciones que pueden ser tróficas y beneficiosas cuando se requiere de una regeneración intestinal; su uso prolongado puede estar asociado a complicaciones significativas y además a altos costos (3).

## INDICACIONES

En todos aquellos niños que no alcancen sus necesidades nutricionales a través de la vía enteral o cuando existe disfunción del tracto gastrointestinal debido a enfermedad o cirugía y se estime que la nutrición enteral no podrá ser iniciada en tres días o más en los lactantes (4, 8,10), o en cinco días o más en niños mayores (8,10). Un indicador general para NP incluye una pérdida de peso de 10% del peso corporal total unido a una incapacidad para la suficiente ingesta enteral de calorías para revertir esta pérdida de peso (4).

Por otro lado, los enfermos desnutridos que no puedan alimentarse por otra vía, tienen indicación formal de NP (8,9,11).

En los neonatos prematuros, está indicada la progresión lenta de la nutrición enteral y la NP debe ser iniciada el primero o segundo día, y continuada hasta que la nutrición enteral cubra aproximadamente el 75% de las necesidades calóricas. (8). Algunos autores sugieren que en recién nacidos de peso menor a 1800 gr en los que no se prevé reciban nutrición enteral significativa durante más de tres días, debe ser iniciada la NP; mientras que si el peso es de 1800 gr o más, el plazo se podría extender a 5-7 días (12).

Indicaciones de la NP (3-5,8,10,12):

- Período Neonatal:
  - \* Bajo peso al nacer <1500gr.
  - \* Enterocolitis necrotizante.
  - \* Síndrome de distress respiratorio.
  - \* Displasia broncopulmonar.
- Anomalías congénitas del tracto gastrointestinal
  - \* Gastroquisis
  - \* Onfalocele
  - \* Atresia esofágica con o sin fistula traqueoesofágica
  - \* Atresias intestinales
  - \* Hernias diafragmáticas
  - \* Malrotación intestinal o volvulus
  - \* Enfermedad de Hirschsprung
  - \* Ileo meconial
  - \* Atrofia idiopática de las vellosidades
- Síndrome de intestino corto
- Enfermedad inflamatoria intestinal
  - \* Enfermedad de Crohn
  - \* Colitis ulcerosa
- Enfermedades gastrointestinales agudas
  - \* Pancreatitis aguda
  - \* Invaginación intestinal
  - \* Colitis pseudomembranosa

\* Enteritis por radiación

- Diarrea intratable de la infancia con fracaso de la nutrición enteral.
- Síndrome de pseudoobstrucción intestinal crónica idiopática.
- Enfermedades hemato - oncológicas (tumores sólidos, leucemias) con radio y/o quimioterapia.
- Estados hipercatabólicos
  - \* Quemaduras extensas
  - \* Traumatismos severos
  - \* Cirugía mayor
- Síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA)
- Errores innatos del metabolismo
- Quirúrgicas
  - \* Fístulas gastrointestinales
  - \* Dificultades del cierre parietal
  - \* Infecciones retroperitoneales graves
  - \* Evisceraciones
- Casos especiales
  - \* Insuficiencia renal y/o hepática
  - \* Anorexia nervosa
  - \* Sepsis
  - \* Falla multiorgánica
  - \* Transplantes de médula ósea
  - \* Enfermedad de injerto frente al huésped
  - \* Enteropatía autoinmune
  - \* Caquexia cardíaca
  - \* Coma inducido por drogas

## CONTRAINDICACIONES

Las mismas son escasas y relativas, pudiéndose citar la existencia de un tracto gastrointestinal funcional, uso por menos de 5 días y muerte inminente por la enfermedad de base (13).

## TIPOS DE NUTRICIÓN PARENTERAL

### Existen 2 tipos (5):

- Nutrición parenteral total: Cuando se administran la totalidad de los nutrientes a través de la mezcla.
- Nutrición parenteral parcial: Cuando la mezcla a administrar está exenta de algún nutriente.

### Formas de preparación

Las mezclas de NP se preparan en dos modalidades según la forma en que se mezclen los tres sustratos principales (5):

- Mezclas 2 en 1 (2:1): La dextrosa y los aminoácidos con los electrolitos y oligoelementos se vierten en un solo contenedor para ser infundidos en forma continua, mientras que los lípidos se administran separadamente.
- Mezclas 3 en 1 (3:1): Los tres sustratos principales dextrosa, lípidos y aminoácidos se mezclan en el

mismo contenedor para su administración final. Tienen la ventaja de tener menor riesgo de infección, son estables, económicas y pueden ser almacenadas bajo refrigeración una vez preparadas (14).

### Vías de administración

La NP puede ser administrada por vía periférica o central dependiendo de la duración estimada de la terapia, la concentración de glucosa y el volumen de la solución (4).

- Vía periférica: Es considerada más fácil y menos riesgosa por no requerir un método quirúrgico para su inserción. Es recomendada cuando la concentración de la solución final a administrar es menor de 10 a 12,5% (4, 12,14), una osmolaridad entre 300 a 900 mOsm/L (12, 15), y cuando se estima que la duración de la terapia será menor de cinco (4), siete (5,12) o catorce días (3, 8, 15). El uso de heparina conjuntamente en una solución de 1UI/ml de suero, parece que mejora la eficacia de las infusiones periféricas (16). La principal complicación con esta vía es la infiltración en tejidos blandos y la flebitis, y la restricción de la actividad diaria del paciente (4).
- Vía central: Está indicada cuando -se van a administrar soluciones nutricionales hipertónicas con una concentración final mayor de 12,5% a 35% (3), -soluciones con muy bajo volumen, -cuando el niño requiere más de cinco (4) o siete días (5) de terapia nutricional o -es candidato para recibir nutrición parenteral domiciliaria. Esta vía reduce los riesgos de flebitis, trombosis venosa y esclerosis, pero se acompaña de otras complicaciones (4).

### TIPOS DE ACCESOS VASCULARES CENTRALES

Los microcatéteres percutáneos de silastic son preferidos y se utilizan en el período neonatal con excelentes resultados, suele hacerse a través de una vena epicraneal, de los miembros superiores, yugular externa, safena, subclavia, entre otras, y se hace progresar hasta alcanzar una vía de mayor calibre (12, 15).

Un acceso venoso central relativamente nuevo y ahora accesible para el uso en niños, es el catéter central insertado periféricamente (PICC), por sus siglas en inglés, el cual

puede ser insertado al lado de la cama incluso por personal de enfermería, y elimina ciertos riesgos asociados a la inserción de catéteres centrales como el neumotórax, hemotórax y otros riesgos quirúrgicos (4).

La ubicación quirúrgica de un catéter en aurícula derecha, (Ej: Broviac, Hickman, Groshong) es el acceso más cómodo para el paciente de larga estadía, oncológicos o con nutrición domiciliaria (4,12).

En ocasiones hay que recurrir a la realización de una fistula arterio-venosa o flebotomía, preferentemente en los miembros superiores o a nivel de la femoral cuando se hayan agotados los procedimientos anteriormente descritos (17).

Es importante confirmar la posición del catéter radiológicamente antes de iniciar la administración de las soluciones nutricionales parenterales (15).

En el cuadro 1 se sugieren algunos tipos y tamaños de acceso vascular pediátrico (8).

### CUIDADOS DEL ACCESO VENOSO

La salida del catéter por la piel debe ser revisada con cierta regularidad y colocar un antiséptico local y cubrir con apósito estéril, no se recomienda el uso de ungüentos antimicrobianos. Se debe ser muy riguroso con el lavado de manos, uso de guantes, mascarillas, batas y técnicas estériles. No se deben administrar medicamentos, sangre o derivados por la vías donde se está infundiendo nutrición parenteral. Las conexiones y todo el sistema de infusión debe manipularse únicamente después del lavado de manos y de la limpieza local con antisépticos (5).

### REQUERIMIENTOS:

#### Hídricos

Varían según la edad y/o peso del paciente, siendo diferentes en el caso de los neonatos y lactantes o niños mayores.

Los métodos utilizados en la infancia para el cálculo de las necesidades hídricas se basan en el concepto de calorías metabolizadas (18), en donde se necesitan de 1,0 a 1,5 cc de líquido por kcal metabolizada (5,19), aunque también pueden utilizarse en función del peso, superficie corporal y/o producción calórica total (19,20).

Los requerimientos diarios de fluidos iniciales en el paciente pediátrico aparecen resumidos en el Cuadro 2, siendo este procedimiento universalmente aceptado; mientras

**Cuadro 1. Accesos venosos centrales sugeridos para pacientes pediátricos, según edad**

Edad	Catéteres Insertados	Catéteres Percutáneos	Puertos Implantados	PICC
Lactantes	2,7-4,2 Fr	4,0-5,0 Fr	Raramente usados	2,0 Fr
Preescolares	3,0-5,0 Fr	4,0-5,5 Fr	Usar vías externas	2,0-3,0 Fr
Escolares	4,2-7,0 Fr	5,0-7,0 Fr	5,0-7,0 Fr	3,0-4,0 Fr
Adolescentes	5,0-12,5 Fr	Similar al adulto	Similar al adulto	3,0-4,0 Fr

Fuente: Klotz, 1998 (8)

**Cuadro 2. Requerimientos hídricos en el paciente pediátrico, según peso.**

Peso corporal	Líquidos
<1500 gr	130-150 cc/kg/día
1500-2000 gr	110-130 cc/kg/día
2.5 – 10 kg	100 cc/kg/día
10 – 20 Kg	1000 cc + 50 cc/kg por cada kg > 10
> 20 Kg	1500 cc + 20 cc/kg por cada kg > 20

Fuente: Baugh N, 1998 (19); Pedrón C, 2002 (20); Holliday MA, 1957 (21).

que en los neonatos, existen otras recomendaciones que se ilustran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Requerimientos hídricos en el paciente neonato, según edad gestacional, peso y días de vida**

Neonato	Peso	Líquidos (cc/kg/día)
Pretérmino	<1000 gr	150
	>1000 gr	100-150
A Término	1-2 días	60-90
	>2 días	100-150

Fuente: Baugh N, 1998 (19)

Se debe tener en cuenta que la tolerancia a los líquidos dependerá de la condición clínica del paciente y de factores ambientales. Entre los factores que afectan los requerimientos hídricos se pueden citar el uso de lámparas radiantes, incubadoras, lámparas de fototerapia, temperatura y humedad ambiental, mantas térmicas, fiebre, tratamiento con furosemida, distress respiratorio, glucosuria, diarrea (19), vómitos, cardiopatías congénitas, síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética, insuficiencia renal, entre otras (22).

El neonato pretérmino es más susceptible a la deshidratación y sobrecarga hídrica (19), es preciso recordar que tiene una pobre queratinización de la piel, lo cual lleva a una importante y marcada elevación de las pérdidas insensibles, las mismas disminuyen con la madurez postnatal de la piel (2, 7). Algunos recién nacidos pretérmino, especialmente los de muy bajo peso pueden llegar a necesitar entre 150-250 cc/kg/día (20, 23).

Se han propuesto guías para estimar el porcentaje de pérdidas insensibles (Cuadro 4).

Así mismo, se ha estimado que las cámaras radiantes y la fototerapia incrementan las pérdidas en un 50%, y los defectos dérmicos como el onfalocele, en un porcentaje proporcional al área afectada; por el contrario la humidificación del ambiente disminuye las pérdidas en un 30% (7).

#### Calóricos:

El aporte calórico ideal viene dado por la suma del

**Cuadro 4. Porcentaje extra de líquidos a administrar, según tipo de pérdida insensible.**

Tipo de pérdida	% extra de líquidos
Sudoración	20%
Fiebre > 38°C	15-30%
Taquipnea	15-45%
Diarrea	20-40%

Fuente: FELANPE, 2002 (5)

metabolismo basal, actividad física, pérdidas fecales, acción dinámica específica de los alimentos, y en pediatría adquiere un protagonismo especial el crecimiento y desarrollo (12).

Sin embargo, este cálculo pudiese resultar excesivo considerando que en la NP no ocurre una pérdida energética por el proceso de digestión, con lo cual se obviaría la acción dinámica específica de los alimentos (4, 12, 19); hay una disminución de las pérdidas fecales (4) y el nivel de actividad del niño enfermo es menor al normal o nulo (4, 19). Actualmente se estima que los requerimientos en la NP de algunos nutrientes podrían ser un 10 a 20% menores que los utilizados por vía enteral (4, 12). En el cuadro 5 se ilustran las recomendaciones energéticas por edad (10, 18):

**Cuadro 5. Requerimientos energéticos diarios para nutrición parenteral en el paciente pediátrico, según edad.**

Edad	Kcal no proteicas/kg
Neonatos pretérmino	120-140
0-6 meses	90-120
6-12 meses	80-100
1-7 años	75-90
7-12 años	60-75
12 -18 años	30-60

Fuente: ASPEN, 1999 (10); NAGSPGPN, 1998 (18)

Además se requieren aportes energéticos adicionales por los importantes efectos catabólicos producidos por la enfermedad subyacente (12), pues pudiese existir un posible desplazamiento del gasto energético desde el crecimiento hacia las demandas de la enfermedad aguda (24). En el cuadro 6 se detallan algunos de los procesos que incrementan las necesidades calóricas y el porcentaje de aumento del requerimiento calórico que ellos representan (25).

## COMPOSICIÓN DE LAS FÓRMULAS PARENTERALES:

### Macronutrientes:

Es fundamental lograr una proporción óptima entre los distintos macronutrientes con el fin de conseguir su máxima utilización y evitar desequilibrio metabólico entre ellos. La guía general de distribución calórica total es proteínas 8-15%, carbohidratos 45-60% y 25-40% de lípidos (4, 12).



**Cuadro 6. Porcentaje de aumento del requerimiento calórico, según proceso patológico asociado**

Proceso patológico	Aumento del RC*
Fiebre	12%/°C por encima de 37°C
Insuficiencia cardíaca	15-20%
Quemaduras	Hasta 100%
Septicemias	40-50%
Cirugía mayor	20-30%

\*RC: Requerimiento calórico

Fuente: Koo, 2001 (25)

### Carbohidratos

Aportan entre el 30-70% de las kilocalorías no proteicas (10). Son esenciales para el normal funcionamiento del SNC y tejido hematopoyético, así como en la prevención de cetosis y catabolismo proteico. La dextrosa (D-glucosa) es el más importante de los carbohidratos utilizados en NP (12,26), sin embargo se relaciona con dos problemas importantes, su contribución al incremento de la osmolaridad en las soluciones parenterales y la posibilidad de intolerancia, hiperglicemia, glucosuria, diuresis osmótica, deshidratación y hemorragia cerebral. Cada gramo de glucosa metabolizada aporta 3,4 Kcal y el aporte no equilibrado y balanceado de la misma con los lípidos conduce a infiltración grasa hepática, retención acuosa y alteraciones de la función respiratoria (12,19).

En el (Cuadro 7) se muestran las dosis de inicio de la infusión de glucosa, por grupo de edad (4,10,19,25):

Se debe incrementar la concentración de manera progresiva y lentamente en 1-2 mg/kg/min cada día, hasta alcanzar niveles de 12-14 mg/kg/min, observando la tolerancia mediante la monitorización de glicemia y glucosuria (12,19). Las infusiones de glucosa por encima de 26 mg/kg/min o la administración de glucosa sola, puede inducir o exacerbar la infiltración grasa del hígado (15,19).

**Cuadro 7. Aportes iniciales de glucosa en el paciente pediátrico, según edad**

Edad	Glucosa mg/kg/min
Pretérminos	
<1000gr	4-6
1000 – 1500 gr	6-8
RN, lactantes y niños mayores	6-8

Fuente: Yu V, 2005 (2); Hovasi J, 1993 (4); ASPEN, 1999 (10); Baugh N, 1998 (19)

Si no es posible mantener la normoglicemia se podría añadir insulina a la NP con extrema precaución. La dosis inicialmente recomendada varía entre 0.01-0.05 UI/Kg/hora de una presentación de insulina de 0.1UI/cc, debiendo monitorizarse para mantener la glicemia entre 100-200mg/dl (2,27). Aparte de ese uso, la insulina no debería ser añadida rutinariamente a la solución, debido a la impredecible respuesta a esta hormona por parte de los neonatos (28). Aunque varios estudios han mostrado que la infusión continua de insulina es beneficiosa para neonatos de bajo peso al nacer, porque incrementa el consumo energético no proteico y aumenta la ganancia de peso (15), estos datos no son suficientes (29), por lo que se sugieren estudios adicionales sobre estos efectos antes de recomendar su uso rutinario (30).

Existen otras fuentes de carbohidratos que han sido usados en niños, como la fructosa, galactosa, sorbitol, glicerol y etanol, sin embargo no han mostrado tener mayores ventajas sobre la dextrosa y pueden producir serias complicaciones en niños pretérminos (15).

Las presentaciones existentes en el mercado venezolano son la solución Dextrosa al 5, 10, 20, 30, 50 y 70% con 5, 10, 20, 30, 50 y 70 gramos de glucosa por 100 cc de solución, respectivamente (31).

### Lípidos

Los lípidos son incluidos en la nutrición parenteral como fuente de calorías y ácidos grasos esenciales (2,4). Tienen la ventaja de aportar alta cantidad de calorías en un volumen limitado de líquido y ser isoosmolares (3, 15). Por lo general se deben administrar entre 25 a 40% de calorías como lípidos (3) y no deberían aportar más del 60% de las calorías totales en cualquier paciente ya que pudiese ocurrir cetosis (4). Para cubrir las necesidades de ácidos grasos esenciales, se deberían aportar cerca de 3% de las calorías totales como ácido linoleico y 1% como ácido linolénico (19), lo cual se logra aportando, por lo menos, 4% de las calorías totales con estos lípidos (4, 12, 14). Los niños con un riesgo mayor de desarrollar una deficiencia de ácidos grasos esenciales son los pretérminos, que reciben cantidades inadecuadas de ácido linoleico, niños con malabsorción de grasas por enfermedades pancreáticas o hepatobiliares y aquellos que reciben nutrición parenteral a largo plazo sin infusión de lípidos (3,4).

El requerimiento de lípidos recomendado se ilustra en el (Cuadro 8).

La infusión de lípidos puede ser iniciada el primer día de la nutrición parenteral con 0,5 a 1 g/kg/día y luego incrementar a razón de 0,5 a 1 g/kg/día hasta alcanzar la dosis máxima (29,12). Según el comité de revisores de Cochrane 2005, no existen diferencias estadísticamente significativas en relación al estado nutricional y clínico, entre los pretérminos a quienes se les inicia los lípidos antes o después de los 5 días del nacimiento (32).

Las emulsiones lipídicas se componen de triglicéridos

**Cuadro 8. Requerimiento de lípidos para nutrición parenteral en el paciente pediátrico, según edad.**

Edad	Lípidos (g/kg/día)
Pretérmino	0,5-3,0
A término -1 año	0,5-4,0
1-3 años	0,5-3,0
4-10 años	0,5-3,0
11-18 años	0,5-3,0

Fuente: Ament ME, 1998 (3); NAGSPGN, 1998 (18), Baugh N, 1998 (19)

estabilizados con fosfolípidos del huevo, balanceados con glicerol y son presentados al organismo como quilomicrones (3,12). Se encuentran disponibles en emulsiones al 10 y 20%. Estas últimas tienen mayor densidad calórica sin contenido adicional de fosfolípidos ni incrementos en la osmolaridad (29), además es aclarada más eficientemente debido a que los fosfolípidos inhiben a la lipoproteinlipasa y la relación fosfolípidos/triglicéridos en las emulsiones al 20% es 0,06 en vez de 0,12 de las de 10% (1,14,15). Por estas razones, se considera la presentación de elección en todas las edades pediátricas (5,12,15).

Existe un nuevo tipo de emulsión de lípidos estructurados (Structolipid®) cuyo uso y eficacia en niños aún no ha sido establecida, en donde los ácidos grasos de cadena media y larga son esterificados en la misma molécula de glicerol, minimizando así los efectos secundarios nocivos (12,33); están indicados en estados de estrés metabólico con intolerancia a los TGC de cadena larga y pacientes pediátricos con deficiencia de carnitina (34) y tienen un efecto inmunomodulador al mantener la inmunidad protectora y reducir la respuesta inflamatoria (35).

En el (Cuadro 9) se muestran las diferentes presentaciones disponibles y su composición:

Las emulsiones lipídicas son aclaradas sistemáticamente en el plasma mediante la lipoproteinlipasa, se ha sugerido el empleo de heparina para incrementar la concentración de la

**Cuadro 9. Características de las emulsiones lipídicas disponibles**

Producto	Concentración (gr/100 cc)	Tipo de aceite
Intralipid 10-20%	10-20	Soya
Lipofundin N 20%	20	Soya
Lipofundin	20	Soya, Coco
TCM/TCL 20%		(TCM)*
Ivelip 20%	20	Soya
Lipovenos 20%	20	Soya
Liposyn 10-20%	10-20	Soya/Cártamo

\* TCM: Triglicéridos de cadena media

Fuente: FELANPE, 2002 (5); Barrio F, 2002(12); Spilva Y, 2005-2006 (31)

enzima y favorecer de esta forma la depuración lipídica (12, 15); sin embargo, existen datos seguros y convincentes indicativos de que no es necesario recurrir a ello hasta haber superado la dosis de 2 gr/kg/día (12). El uso de heparina es opcional y la dosis recomendada 0,5 a 1,0 unidad/ml (19).

La tolerancia a los lípidos debe medirse monitorizando las concentraciones de triglicéridos 4 (15) ó 24 horas después de cada aumento de dosis, si ésta es mayor de 200 mg/dl, la infusión debe ser reducida (3,19); sin embargo, otros autores sugieren la reducción de la infusión con concentraciones de 150 a 200 mg/dl, y suspender en caso de sobrepasar este límite (7,12). Así mismo se debe determinar la concentración de albúmina por la posibilidad de desplazamiento de la bilirrubina por los ácidos grasos y el riesgo de incrementar la fracción libre de ésta y agravar el kernicterus (12); sin embargo, si los niveles de bilirrubina son controlados con fototerapia, la infusión lipídica puede continuar, pero preferiblemente a una dosis que oscile entre 1 a 2 gr/kg/día si los valores de bilirrubina son mayores a la mitad de los que se consideran como indicación de exanguintransfusión (29).

Existen contraindicaciones para el uso de lípidos, entre ellas se pueden citar las enfermedades hepáticas, anemias severas, coagulopatías, trombocitopenias, insuficiencia renal, acidosis metabólica grave, hiperlipidemia, insuficiencia respiratoria, trastornos en el metabolismo de las lipoproteínas y reacciones alérgicas (12).

La carnitina juega un papel esencial en el metabolismo de ácidos grasos de cadena larga. El aporte de 2.4 a 4.8 mg/kg/día de L-carnitina pudiera ser apropiado para neonatos pretérminos que reciben lípidos parenterales, pero altas dosis parecen estar asociadas con un aumento de la tasa metabólica y disminución en el anabolismo de grasas y proteínas, pudiendo prolongar el tiempo para recuperar el peso al nacimiento en neonatos pretérminos (29). No existen evidencias convincentes de beneficios clínicos en pretérminos con el uso endovenoso de L-carnitina, pues se ha encontrado que la suplementación prolongada no mejora la ganancia de peso a largo plazo de estos niños (29,36,37), el crecimiento, los episodios de apnea o los días de hospitalización, por lo que no es necesario su uso rutinario (36). Los niños menores de 12 meses suelen tener una excreción aumentada por vía renal de ésteres de carnitina, dando lugar a pérdidas excesivas y depleciones importantes en ausencia de suplementos, por esta razón se aconsejan suplementos de L-carnitina de 10 mg/kg/día (12).

#### Proteínas

Deben aportar, aproximadamente, 12 a 16% de las calorías para minimizar el balance nitrogenado negativo (38). Alcanzar un aporte calórico adecuado es esencial para maximizar la utilización de las proteínas y evitar que sean usadas para cubrir las necesidades energéticas. Una relación calorías no proteicas/nitrógeno de 150-300:1 probablemente lleve a un balance nitrogenado positivo (4). Los requeri-

mientos proteicos se ilustran en el cuadro 10:

**Cuadro 10. Requerimientos proteicos para nutrición parenteral en el paciente pediátrico, según edad.**

Edad	Proteínas g/kg/día
RN Pretérmino	2,5-3,5
RN A Término	2,0-2,5
1-10 años	1,5-2,5
11-18 años	0,8-2,0

*Fuente: Ament ME, 1998 (3); NAGSPGPN 1998, (18); Baugh N, 1998 (19)*

Las necesidades pueden variar en casos de enfermedad crítica, traumatismos severos, quemaduras, sepsis, pérdidas renales, enfermedad hepática y renal, por lo que deberán ser ajustadas según el caso (10).

Se recomienda iniciar el aporte de proteínas tempranamente, pues se ha visto que esta práctica es bien tolerada y resulta en un balance nitrogenado positivo (2). El inicio puede hacerse con 1g/kg/día e incrementar en 0,5-1,0 g/kg/día hasta alcanzar el requerimiento necesario (29), aunque para algunos autores también es seguro iniciar al aporte con 1,5 g/kg/día. (2,7). El monitoreo se hace generalmente evaluando los niveles de proteínas séricas totales y albúmina plasmática (4).

En el neonato, aminoácidos como la cisteína, taurina, tirosina e histidina son también considerados aminoácidos esenciales. La mayoría de las soluciones de aminoácidos que se encuentran accesibles no están específicamente diseñadas para niños. Sin embargo existen 2 productos Trophamine® y Aminosyn PF® que proporcionan un patrón plasmático de aminoácidos similar al que se ve en niños alimentados con leche materna (3-5,15,39,40). A estas soluciones se le ha disminuido la concentración de metionina, fenilalanina y glicina, mientras que las de histidina, tirosina, taurina, ácido glutámico y ácido aspártico han sido añadidas o aumentadas (4, 5, 14). La taurina forma un ácido biliar menos hepatotóxico y por ello se le han conferido ventajas al disminuir la colestasis. (41). Se ha observado un incremento en la incidencia de colestasis asociada a NP con el uso de Aminosyn® en comparación con el Trophamine® (42).

El uso de estas soluciones especiales llevan a una mayor ganancia de peso y balance nitrogenado positivo comparados con las soluciones estándar; también reducen la colestasis inducida por NP (19, 39, 43) si bien estas diferencias han sido estadísticamente significativas, pueden no ser clínicamente significativas, debido a que los estudios que evaluaron la eficacia de estos productos han sido realizados con muestras muy pequeñas y por cortos períodos de tiempo (44 - 47).

Estos productos pueden ser beneficiosos para el neonato pretérmino o el lactante que requiere NP prolongada, pero

pueden requerir suplementación de cisteína en lactantes menores de 4 meses de edad, debido a la inadecuada actividad de la cistationina hepática (enzima que convierte la metionina en cisteína) (4, 48), y en los demás lactantes y niños mayores, debido a la concentración reducida de metionina (4). Sin embargo, muchos centros pediátricos sólo usan estas soluciones pediátricas en menores de 6-12 meses de edad (19). La cisteína debe suplementarse a razón de 40 mg/gramo de aminoácidos (12), y no debe adicionarse cuando el pH del paciente sea menos de 7,28 o el exceso de base mayor de menos 5, ya que puede incrementar la acidosis metabólica (49).

Las soluciones de isómeros L-aminoácidos formulados para adultos con daño hepático o renal severo también parecen ser eficaces en niños con estas patologías (4). Los niños con sepsis y traumatismos pueden beneficiarse con el uso de fórmulas con mayores cantidades de aminoácidos de cadena ramificada (50).

La glutamina, es uno de los aminoácidos más abundantes en el organismo y es considerado no esencial por sintetizarse endógenamente es el organismo (12), es una fuente de combustible primordial para el enterocito, linfocitos y macrófagos, es una precursora para la síntesis de nucleótidos y glutatión, un antioxidante (15, 51); sin embargo, puede ser un nutriente condicionalmente esencial durante el catabolismo, la recuperación (51) y en el neonato pretérmino (52), ya que las necesidades se incrementan y exceden la capacidad de síntesis, ocasionando una disminución de la concentración plasmática e intracelular, lo cual ha sido asociado a una disminución de la síntesis proteica, atrofia y alteraciones de la mucosa (12).

Actualmente no es encontrada en las soluciones parenterales estándar de aminoácidos (19, 15, 5, 52), por lo que su suplementación podría ser de gran valor para neonatos de muy bajo peso y pacientes con síndrome de intestino corto (53). Estudios realizados en neonatos de muy bajo peso a quienes se les administró glutamina endovenosa, se encontró que presentaron un incremento de la concentración plasmática de la misma significativamente mayor que el grupo control; sin embargo, disminuyeron los niveles de fenilalanina y tirosina, siendo el descenso de esta última significativamente menor que el grupo control, la eficacia clínica de estos hallazgos aún no se ha determinado, por lo que el seguimiento de estos pacientes es necesario antes de que una recomendación de suplementación de glutamina al NP pueda ser hecha (52). La glutamina está disponible para uso endovenoso como dipéptido con alanina (5).

Los productos disponibles y algunas de su características se ilustran en el (Cuadro 11). Es importante tener en cuenta que algunos de ellos contienen dextrosa al 50%, por lo que si se utilizan estos preparados se deberán hacer los ajustes pertinentes en el cálculo de los requerimientos de carbohidratos:

**Cuadro 11. Características de las mezclas parenterales de aminoácidos disponibles**

Producto	Cantidad de aa* (g /100cc)	Otros
Fluidamin	8,5	Dextrosa 50%
Fluidamin Plus	10,0	Dextrosa 50%
Trophamine 6%	6,0	AAR**, taurina, tirosina
Trophamine 10%	10,0	AAR**, taurina, tirosina
Aminosyn	7-10	
PF 7-10%		
Freamine HBC	6,9	45% AAR**
Freamine III	8,5 y 10	
8,5% y 10%		
Nephramine	5,4	Falla renal. Histidina
Solución aa*	8,5	Con o sin electrolitos
Solución aa*	10	Sin electrolitos
Nutramin	8,5	
Poliamin 10%	10	
Glamin 13,4%	13,4	Con glutamina

\*aa: Aminoácidos

\*\*AAR: Aminoácidos ramificados

Fuente: Hovasi J, 1993 (4), FELANPE, 2002 (5), Spilva Y, 2005/2006 (31)

**Micronutrientes**

Los requerimientos de nutrientes parenterales para pacientes pediátricos recomendados por la Sociedad Americana de Nutrición Clínica (54) son los más usados como guía para la estimación de los micronutrientes (1, 2, 4, 5, 12, 19).

**Minerales y Electrolitos**

Los requerimientos de los electrolitos y minerales más importantes se muestran en el (Cuadro 12).

El sodio se aporta con soluciones hipertónicas de cloruro de sodio; el potasio se administra, la mitad del requerimiento en forma de cloruro de potasio y la otra mitad como fosfato de potasio, cubriendo con este último los requerimientos de fósforo. Los aportes de cloro se hacen a través de la administración de sodio o de potasio en forma de cloruro de sodio o de potasio. El magnesio se administra como sulfato de magnesio y el calcio como gluconato de calcio, la dosis en pretérminos suele ser 400 mg/kg/día y algunos pueden requerir aportes de hasta 600-800 mg/kg/día para poder mantener niveles adecuados de calcio (12).

El fósforo es uno de los elementos más polémicos por la posibilidad de precipitación con el calcio. Las emulsiones lipídicas incrementan el pH y favorecen la precipitación, mientras que altas concentraciones de glucosa y aminoácidos en la solución facilitan la solubilidad por descender el pH (12). Así mismo, las sales de fosfato deben ser añadidas siempre al final de la preparación de NP y antes que las del calcio (55). En el caso de pacientes que presenten acidosis metabólica se deben utilizar sales de acetato en lugar de bicarbonato, de esta forma se evita la precipitación que se produce por la incompatibilidad entre el calcio y el bicarbonato (17, 25, 55).

La dosificación habitual de fósforo es de 1 mEq/kg/día, aunque las formulaciones deben ser expresadas en milimoles, cada mEq de fosfato potásico contiene 21 mg de fósforo elemental (12).

La relación calcio:fósforo en las soluciones de nutrición parenteral debe ser aproximadamente 1.3:1 (3) ó 1.7:1 (12, 15, 19) con el fin de promover una óptima mineralización ósea (Manual AAP). Para calcular esta relación primero es necesario llevar el aporte de calcio y fósforo que se va a

**Cuadro 12. Requerimientos diarios de electrolitos y minerales en el paciente pediátrico, según edad**

Electrolito	Pretérmino	Lactantes y Preescolares	Escolares	Adolescentes
Sodio	2-4	2-5	2-5	60-150
Potasio	2-4	2-5	2-5	70-180
Cloro	2-4	2-5	2-5	60-150
Magnesio	0,25-0,5	0,25-0,5	0,25-0,5	8-32
Fósforo	0,5-2,0	0,5-2,0	0,5-2,0	0,5-2,0
Calcio	450-600	200-400	100	50-100

Unidades:

Sodio, Potasio, Cloro, Magnesio: mEq/Kg/día, excepto adolescentes mEq/día

Calcio mg/Kg/día

Fósforo: mmol/kg/día (1 mmol=31mg= 1,47 mEq)

Fuente: Baugh N, 1998 (19), Ament ME, 1998 (3), Barrio F, 2002 (12)



administrar, a la cantidad que representan de calcio y fósforo elemental de la siguiente manera (12):

- mg de Calcio elemental =  $9,4 \times \text{ml/kg/día}$  de gluconato de calcio al 10%
- mg de Fósforo elemental =  $21 \times \text{mEq/kg/día}$  de fósforo

Las altas necesidades de calcio y fósforo de los recién nacidos no son alcanzadas en la NP debido a la precipitación de los mismos, por lo que se recomienda utilizar filtros de 0,22 micras en mezclas 2:1 ó 1,2 micras en mezclas 3:1 (5).

Las presentaciones de las diferentes soluciones mencionadas se muestran en el (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Características de las soluciones de electrolitos disponibles para uso parenteral**

Electrolito	Solución	Concentración
Sodio y Cloro	Cloruro de sodio (NaCl) al 20%	3,4 mEq Na/ml 3,4 mEq Cl/ml
Potasio y Cloro	Cloruro de potasio (KCl) al 7%	1 mEq K/ml 1 mEq Cl/ml
	Cloruro de potasio (KCl) al 14%	2 mEq K/ml 2 mEq Cl/ml
Potasio y fosfato	Fosfato monobásico de potasio al 13,6%	1 mEq K/ml 1 mmol P/ml
Calcio	Gluconato de calcio al 10%	100 mg Ca/ ml
Magnesio	Sulfato de magnesio al 6%	1 mEq Mg/ml
	Sulfato de magnesio al 50%	4 mEq Mg/ml

Fuente: Spilva Y, 2005/2006 (31)

### Oligoelementos

Los oligoelementos o elementos traza son una serie de nutrientes que se encuentran en el cuerpo humano en concentraciones de menos de 0,01%. Cinco se administran rutinariamente en las soluciones de la alimentación parenteral, el zinc, cobre, cromo, manganeso y selenio. Algunos de estos elementos son esenciales para la nutrición, otros son beneficiosos pero no esenciales y a otros no se les reconoce aún ninguna función (3).

Los requerimientos de zinc pueden estar aumentados en niños con alto gasto fecal, pérdidas de fluidos gastrointestinales y falla renal (19). El cobre y manganeso necesitan ser omitidos en presencia de colestasis con bilirrubina directa mayor de 2 mg/dl. (4, 19). Sin embargo, se han reportado casos de deficiencia de cobre en niños a quienes se les ha removido este oligoelemento de la NP (56). El selenio, cromo y molibdeno deben ser omitidos en niños con disfunción renal. (19). Los requerimientos de elementos traza pueden ser suplidos con soluciones especiales para tal fin, las dosis sugeridas están basadas en preparaciones pediátri-

cas y de adultos que no se comercializan en el país; sin embargo en el cuadro 14 se muestra las concentraciones de los elementos traza de estas soluciones y su comparación con la solución disponible en el país: Trazel oligoelementos®

Como se puede observar, la solución Trazal adultos y Trazel® resultan muy similares. Con esta referencia, las dosis para mantener los requerimientos son las siguientes:

- Neonatos a término y niños <de 20 kg: Solución Trazal pediátrica 0,2 ml/kg/día.
- Niños > 20 kg: Solución Trazal adultos 5 ml.

En niños menores de 3 meses es necesario suplementar con 50  $\mu\text{g/kg/día}$  adicionales. Si el paciente permanece con nutrición parenteral por más de un mes, debe ser añadido un suplemento de selenio 2  $\mu\text{g/kg/día}$  y molibdeno 0,25  $\mu\text{g/kg/día}$  (19).

El yodo es un elemento traza esencial y generalmente no va incluido en los preparados comerciales de oligoelementos, por lo que se recomiendan aportes parenterales de 1  $\mu\text{g/kg/día}$  (57); sin embargo otros autores concluyen que la absorción a través de la piel tras la aplicación de antisépticos es suficiente para mantener buenos niveles sanguíneos (58).

Las suplementaciones con hierro usualmente no son requeridas durante la NP, sin embargo si esta nutrición es aportada exclusivamente por 2 meses después del nacimiento o se evidencia la deficiencia de hierro, puede ser administrado hierro parenteral o hierro dextrano a 0,1-0,2 mg/kg/día (29).

### Vitaminas

Son cofactores esenciales de numerosas reacciones metabólicas enzimáticas y como tales deben ser añadidas a las soluciones parenterales. Los requerimientos de las liposolubles son más dependientes de la edad y del grado de maduración que las hidrosolubles. Durante el crecimiento los niños tienen muy limitadas posibilidades de acumular vitamina A, D y E. Lamentablemente no existen preparados comerciales completos que permitan aportar todas las vitaminas en las cantidades adecuadas y acorde con sus requerimientos, especialmente en los prematuros (12).

Los niveles de varias vitaminas pueden disminuir en la mezcla parenteral debido a la degradación por la luz, variaciones del pH y absorbancia del recipiente de la mezcla, por ello es recomendable añadir las vitaminas a la mezcla de nutrición parenteral justo antes de iniciar la administración y ser infundidas completamente en 24 horas (4), otros autores recomienda más bien añadir las vitaminas a la emulsión de grasas en lugar de a la mezcla de glucosa-aminoácidos para evitar estas pérdidas (2).

Todas las vitaminas están disponibles en forma individual para su aplicación inyectable excepto la biotina, ácido pantoténico, riboflavina, vitamina A y E (5); sin embargo,

**Cuadro 14. Comparación de las diferentes soluciones con elementos traza, según la concentración de algunos de sus componentes**

Elemento	Solución de elementos traza		
	Trazel® /ml	Traza adultos/ml	Traza pediátrico/ml
Zinc	1 mg	1 mg	1 mg
Cobre	0,5 mg	0,4 mg	0,1 mg
Manganeso	200 µg	100 µg	25 µg
Cromo	5 µg	4 µg	1 µg
Yodo	28 µg	-	-
Selenio	40 µg	-	-
Molibdeno	25 µg	-	-

Fuente: Spilva Y, 2005/2006 (31), Baugh N, 1998 (19)

existe un preparado MVI Pediátrico y MVI Adultos, no comercializado en el país, con el cual se han sugerido unas dosis a administrar según la edad del paciente (19,29)

Pretérminos <1 kg: 30% del vial de MVI Pediátrico (5 cc)

Pretérminos 1 a 3 kg: 65% del vial de MVI Pediátrico

Niños de 3 kg hasta 11 años: Vial completo de MVI Pediátrico

Niños > 11 años: Vial completo de MVI Adultos (10 cc)

## COMPLICACIONES

Las complicaciones más importantes de esta técnica son las siguientes: (1,3,6,12,29)

- **Infecciosas:** Es una de las más frecuentes, entre 45% (12) y 75% (6) de todas las complicaciones. Estas infecciones pueden ser diferenciadas en infecciones del sitio de inserción del catéter, del túnel o puerto, colonización del catéter, bacteriemia, septicemia o fungemia. (6). Los principales agentes etiológicos incluyen al estafilococo epidermidis (30-70%) y aureus (10-30%) y bacterias Gram negativas (10%) (12). La infección micótica es a menudo causada por especies de Candida (6), y frecuentemente ha sido encontrada en el cultivo de las manos de los familiares y cuidadores del niño (59).

Los mecanismos por los cuales se produce la infección comprenden contaminación durante la inserción del catéter, utilización del catéter para la administración de medicamentos, extracción de sangre, monitorización de la presión venosa central, contaminación secundaria a otro foco infeccioso, infección del trayecto subcutáneo del catéter o de su salida, contaminación de las soluciones de nutrientes (12). Ante la presencia de fiebre se debe investigar el foco infeccioso, tomar hemocultivo y administrar antibióticos. Entre un 70-80% de las infecciones se tratan sin retirar el catéter, pero si no se encuentra el foco, la evolución del paciente es tórpida y no responde a antibióticos, o se evidencia infección micótica, el catéter debe ser extraído (3,6,12,29).

## Mecánicas:

- \* Oclusión total o parcial del catéter
- \* Rotura del catéter
- \* Infiltración periférica
- \* Lesión del plexo braquial, nervio frénico, con ducto torácico, tráquea, arteria carótida y subclavia (4)
- \* Neumotórax, hemotórax
- \* Taponamiento cardíaco
- \* Arritmias cardíacas
- \* Embolismo aéreo
- \* Trombosis venosa
- \* Síndrome de vena cava superior.

Con respecto a la oclusión del catéter, si se presume que está asociada con trombosis, puede ser tratada con urokinasa 5000 Uds (1ml) instilada en el catéter por 30-60 minutos y luego aspirar sangre y la urokinasa del catéter, pudiéndose repetir una vez más (29,30). Si es exitoso, el paciente debe recibir heparina (3). Si es debido a un precipitado químico (fosfato de calcio), usar primero urokinasa (3) o 1ml de 0,1N ácido hidroclorehídrico (HCL); y si es por lípidos, 1 ml de etanol al 70%, utilizando la misma técnica (29, 30, 60). Por otro lado, si se debe a precipitación de medicamentos ácidos se puede usar 0,1N ácido hidroclorehídrico (HCL) y si es por medicamentos básicos, con bicarbonato de sodio o 0,1N de hidróxido de sodio (NaOH) (60).

Existen estudios que reportan el uso de la warfarina profiláctica para evitar la oclusión trombótica en catéteres venosos centrales en niños que requieran NP prolongada sin riesgos significativos de sangramiento (61).

La experiencia en lactantes con HCL y etanol es limitada, particularmente con los catéteres percutáneos de silastic (29).

Hasta la fecha, no hay datos concluyentes que muestren que la instilación de heparina sea superior a la de solución salina; ningún régimen profiláctico, incluyendo la warfarina a bajas dosis, la heparina de bajo peso molecular o la heparina a 1ud/cc de NP, no ha sido apoyada por ninguno de los principales grupos médicos y farmacéuticos, debido a los escasos datos de evidencia científica que existen al respecto (60). De acuerdo al comité de revisión de Cochrane 2006, el efecto de la heparina sobre la duración del catéter varía según el estudio y concluyen que la recomendación de su uso en neonatos con catéter endovenoso no puede ser hecha debido a la heterogeneidad de los efectos del tratamiento e insuficiencia de datos (62).

- **Metabólicas:** Generalmente son consecuencia del desequilibrio en el aporte de macro o micronutrientes. Entre éstas se pueden citar:

\* **Hiperglicemia, glucosuria, diuresis osmótica, coma hiperosmolar o hipoglicemia:** cuando se considera administrar insulina en pacientes con hiperglicemia, la dosis debe ser ajustada en base a la concentración de glucosa en sangre. La glicemia no debe ser regulada debajo de 150 mg/dl a menos que exista glucosuria. La dosis inicial que se agrega a la NP es por lo general 1 microgramo/10 gramos (3). La hipoglicemia puede ocurrir cuando una infusión de NP que contenga más de 10% de dextrosa se interrumpe abruptamente, por lo que si esto se quiere evitar, la velocidad de infusión debe ser reducida gradualmente (3,15,29).

\* **Hiperamonemia, azoemia**

\* **Anormalidad en el patrón de aminoácidos plasmáticos**

\* **Hiperlipidemia, deficiencia de ácidos grasos esenciales:** está relacionada con la composición de ácidos grasos de la fórmula, contenido de fosfolípidos y tamaño y estabilidad de la partícula, así como a estados de stress, falla renal y hepática asociada.

\* **Alteraciones electrolíticas.** Hiponatremia, hipocalcemia, hipocalcemia, hipofosfatemia, hipomagnesemia

\* **Desequilibrio ácido-base:** La acidosis metabólica ha sido asociada con aportes excesivos de aminoácidos, alto contenido de fosfolípidos en la fórmula y déficit de taurina, aparte de las condiciones patológicas de base que pueden resultar en este trastorno (12,29). La acidosis respiratoria se produce por incremento del CO<sub>2</sub> a partir del metabolismo de los carbohidratos, como consecuencia de un alto porcentaje de calorías como dextrosa, mejorando al aumentar el porcentaje de calorías como lípidos y disminuyendo el aportado por la dextrosa (3,12).

- **Síndrome de realimentación:** Pacientes con desnutrición severa pueden presentar este trastorno cuando se inicia el reemplazo nutricional, por la ocurrencia de una disminución en el fósforo sérico por un movimiento intracelular del fosfato. El potasio y magnesio sérico también pueden disminuir. Todo esto puede traducirse en falla respiratoria e insuficiencia cardíaca (3).

- **Hepatobiliares:** Son las más importantes dentro de la NP, entre ellas se mencionan:

\* **Colecistitis y coleditis:** Se cree sean debidas al éstasis y secuestro de las sales biliares (63,64). Entre las medidas preventivas se pueden citar la estimulación de la secreción biliar, mantenimiento de la alimentación, reducción de la contaminación bacteriana intraluminal intestinal y uso de coleréticos (65).

\* **Esteatosis:** Más frecuente en niños mayores y adultos (15). Es la más precoz y se ha relacionado con la mala modulación cuali o cuantitativa de los aportes energéticos. La administración de grandes cantidades de glucosa en la NP conduce a esteatosis, especialmente cuando se superan los límites máximos de oxidación, además el hiperinsulinismo inducido disminuye la oxidación de los lípidos, lo que favorece su acúmulo (12).

\* **Colestasis:** Puede depender de la duración de la NP y la cantidad de aminoácidos predefinidos (7). Su incidencia varía inversamente al grado de prematuridad del niño (29), y ocurre en aquellos pacientes que reciben NP por más de 2 semanas, siendo los signos más precoces el incremento de los ácidos biliares séricos y la bilirrubina directa o conjugada (6, 15). Los factores etiológicos parecen estar más asociados a situaciones patológicas del paciente que a la nutrición como tal. Entre los factores de riesgo relacionados se pueden mencionar el secuestro de sales biliares intestinales, la posible ruptura del ciclo entero-hepáticos tras el efecto del reposo digestivo, la contaminación y sobrecrecimiento bacteriano que produciría ácidos biliares secundarios con consecuentes efectos anticoleréticos. En relación a esto último, cabe señalar que la obstrucción intestinal ya sea funcional u orgánica, así como condiciones anormales de la válvula ileocecal que permitan el paso de gérmenes del colon al íleo, son considerados factores de muy alto riesgo para colestasis. Entre los factores de riesgo relacionados con la NP se encuentran la duración de la NP, el exceso de aminoácidos solos o asociados con glucosa, déficit de taurina, selenio, molibdeno y el empleo de antiguas mezclas lipídicas conteniendo aceite de algodón y triglicéridos de cadena larga, por dicha razón se ha propuesto el uso de emulsiones lipídicas con mezclas de TCM y TCL al 50% (12). Existen estudios que no han encontrado efectos significativos sobre las pruebas de funcionamiento hepático a pesar de haber utilizado altas dosis de proteínas como 3,5 g/kg/día (66).

\* **Fibrosis:** Se observa con la NP prolongada y no se conocen sus causas, su plazo de aparición es variable, su evolución hacia la cirrosis es posible (12).

Dentro del tratamiento de las complicaciones hepatobiliares, es conveniente iniciar precozmente la alimentación enteral con el fin de estimular el tracto digestivo, especialmente la secreción biliar (12, 67, 68), disminuir la infusión de aminoácidos hasta el límite inferior recomendado, en especial si la infusión superó los 3 g/kg/día (12), pero la NP no debería ser suspendida si el paciente no tolera la vía enteral (29). Se deben disminuir los aportes de glu-

cosa y la infusión de lípidos puede ser mantenida siempre y cuando las concentraciones de TGC en plasma sean 200 mg/dl o menos. (12). Los aportes energéticos administrados con la NP deben ser mixtos (glucosa y lípidos), adaptados a las necesidades de nitrógeno, para de esta forma ayudar a prevenir las lesiones hepáticas (69).

Es importante tener presente que los niveles de transaminasas y fosfatas alcalina pueden incrementarse hasta 5 veces lo normal sin ictericia en los primeros 2 a 14 días después del inicio de la NP, volviendo posteriormente a la normalidad sin que se suspenda la NP (70).

En todos los pacientes que reciben NP, la alimentación enteral debe ser iniciada lo más pronto posible, aunque sea en pequeñas cantidades como nutrición enteral mínima, para minimizar el riesgo de disfunción hepática (15).

- **Gastrointestinales:** Reducción de las secreciones biliopancreáticas, atrofia de la mucosa intestinal, disminución de la actividad del borde en cepillo, enlentecimiento en el vaciamiento gástrico (12,15).
- **Óseas:** Enfermedad metabólica ósea con osteopenia y fracturas patológicas están asociadas a una inadecuada mineralización ósea (6,12). Ocurre en el 30% de los pretérminos de menos de 1500 gramos que reciben NP y en el 50% de aquellos con peso inferior a 1000 gramos (12). Los factores implicados incluyen la inadecuada suplementación de calcio y fósforo, excesiva o inadecuada suplementación de vitamina D, contaminación de aluminio de la NP (6,12). Las soluciones parenterales que contienen proteínas tienen grandes cantidades de aluminio que puede depositarse en el hueso lo cual, unido a la inmadurez y la baja excreción renal del niño pretérmino, hace que este grupo sea más susceptible a dicha patología (12, 71,72).
- Reacciones alérgicas
- Psicológicas
- Interacción droga-nutriente.

## MONITORIZACIÓN

Un programa de monitorización adecuado comprende evaluación antropométrica, evaluación física diaria y evaluación paraclínica del estado metabólico y electrolítico a través de exámenes de laboratorio. Esta última es crucial con el fin de evitar e identificar complicaciones o medir la tendencia durante la terapia nutricional (4). Las recomendaciones sugeridas para el monitoreo clínico y paraclínico durante la NP se resumen en el (Cuadro 15).

Si la se estima que NP durará más de 40 días se requiere realizar un ultrasonido abdominal basal y repetir el estudio si existe evidencia de anomalías en la vesícula biliar (3).

## SUSPENSIÓN DE LA NP

La NP no debería ser descontinuada hasta que el paciente tolere la alimentación enteral lo suficiente para mantener sus requerimientos nutricionales (15) y se debe suspender en forma progresiva. Los lípidos se descontinúan primero y se pueden interrumpir en forma brusca, las proteínas se descontinúan a medida que el paciente tolere la vía enteral; y la glucosa se disminuye a un ritmo de 1-1,5 mg/kg/día para evitar la hipoglicemia por el hiperinsulinismo existente (9).

## NUTRICIÓN PARENTERAL CÍCLICA (NPC)

Es una modalidad de la NP que consiste en la infusión de NP durante determinados periodos de tiempo, generalmente nocturnos (5), cuyo objetivo fundamental es posibilitar una alternancia fisiológica entre ayuno-alimentación, conservando el perfil normal de insulina/glucagon y previniendo el hiperinsulinismo permanente de la NP responsable de la esteatosis hepática; además, garantiza al paciente pediátrico la realización de otras actividades, mejorando la calidad de vida (12). La infusión se inicia en forma escalonada aumentando la velocidad de infusión cada 45 minutos hasta alcanzar el período de meseta, en el cual se mantiene una velocidad de infusión constante, así mismo la disminución de la velocidad de infusión también debe hacerse en forma escalonada (5).

El riesgo más importante cuando se interrumpe la NP, es la intolerancia al ayuno con hipoglicemia, por lo que se recomienda ir reduciendo la infusión en 1 a 2 horas por día en función de la edad del niño y conservando el mismo volumen de fluidos; la glicemia debe ser monitorizada cada 4 horas después de suspender la perfusión y justo ante de iniciarla nuevamente (12). En los lactantes, puede no ser posible aportar todo el requerimiento calórico y carga de fluidos en 10 horas (4), por lo que se recomienda que aquellos menores de 6 meses sean profundizados durante 16 horas, los de 6 a 12 meses, 12 horas; y los niños mayores de 8 a 10 horas (12).

## NUTRICIÓN PARENTERAL DOMICILIARIA (NPD)

Está indicada en niños que precisan un soporte parenteral debido a su incapacidad para mantener un crecimiento ponderal adecuado por vía enteral (12), y siempre que se encuentre clínicamente estable (8). El niño debe requerir NP al menos 30 días para poder justificar la inversión. Las indicaciones digestivas son las que ocupan mayor frecuencia de uso de esta modalidad. Las complicaciones son similares a las descritas, pero las hepáticas y colestasis severas son las causas más frecuentes de mortalidad en la NPD prolongada. (12).

La disponibilidad de bombas de infusión cada vez más pequeñas, con baterías de duración prolongada y programables permiten al niño mayor libertad y movilidad, lo cual facilitan la asistencia al colegio y un sueño nocturno continuo (4).

Es indispensable la existencia de un equipo multidisciplinario



**Cuadro 15. Monitoreo clínico y paraclínico del paciente pediátrico recibiendo nutrición parenteral**

<b>Prueba</b>	<b>Periodo inicial*</b>	<b>Periodo tardío†</b>
Peso	Diario	Diario
Talla	Semanal	Semanal
Circunferencia cefálica	Semanal	Semanal
Pliegues subcutáneos	Semanal	Semanal
Balance hídrico	Cada turno	Diario
Hematología completa	2/semana	Semanal
Electrolitos séricos	Diario	Semanal
Urea/creatinina	2-3/semana	Semanal
Calcio, magnesio, fósforo	2-3/semana	Semanal
Colesterol y triglicéridos	4 horas después de aumentar la dosis	Semanal
Glicemia capilar	1-3/día	Diario
Glicemia plasmática	Diario	3/semana
Proteínas totales y fraccionadas	2/semana	Semanal
Bilirrubina, transaminasas, fosfatasa alcalina	2/semana	Semanal
Equilibrio ácido-base	2/semana	Semanal
Vitaminas y elementos traza	Al inicio de NP	Sospecha de deficiencia
Vit. B12 y folato	Mensual	Mensual
Ferrocínica	-	Sospecha de deficiencia
Patrón de aminoácidos	Semanal	Mensual

\*Periodo inicial: Tiempo que transcurre antes de alcanzar el máximo aporte de glucosa o cualquier momento con inestabilidad metabólica

†Periodo tardío: Estabilidad metabólica

Fuente: Hovasi J, 1993 (4); Barrio F, 2002 (12); AAP, 1998 (15)

plinario compuesto por pediatras, nutricionistas, enfermeras, psicólogos, farmacéutas y trabajadores sociales para llevarla a buen término. Así mismo, el entrenamiento y motivación de la familia es necesaria para el éxito. El crecimiento y desarrollo del niño suelen ser normales con esta técnica, pero las consecuencias psicológicas a largo plazo se desconocen. Si bien la NPD es costosa, siempre resulta más económica que mantener al paciente hospitalizado (12).

## REFERENCIAS

1. Heird WC. Parenteral support of the hospitalized child. In: R.M. Suskind, L Lewinter-Suskind, editors. Textbook of Pediatric Nutrition. 2nd edition. New York: Raven Press, 1993, pp. 225-38.
2. Yu VY. Extrauterine growth restriction in pre-term infants: importance of optimizing nutrition in neonatal intensive care units. Croat Med J 2005;45(6):737-43.
3. Ament ME. Alimentación parenteral. Soporte Nutricional. Seminarios Internacionales en Gastroenterología 1998;7(1):8-15
4. Hovasi J, Cooning S. Parenteral nutrition. In: PM Queen, CE Lang, editors. Handbook of Pediatric Nutrition. Maryland: Aspen Publishers 1993, pp.279-314.
5. Federación Latinoamericana de Nutrición Parenteral y Enteral. Curso Interdisciplinario de Nutrición Clínica C.I.N.C. 1ra Edición: FELANPE; Bogotá 2002.
6. Gibbons K, Cyr N, Christensen ML, Helms RA. Techniques for pediatric enteral and parenteral nutrition. In: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, editors. Program Book. 22nd Clinical Congress. Orlando, USA 1998, pp.25.1-25.10
7. Ambalavanan N. Fluid, electrolyte and nutrition management of the newborn. Disponible en U R L :[http://www.emedicine.com/ped/topic2554.htm .] Consultado el 05/07/2005
8. Klotz KA, Wessel JJ, Hennies GA. Goals of pediatric nutrition support and nutrition assessment. In: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, editors. Program Book. 22nd Clinical Congress. Orlando, USA 1998, pp.23.1-23.14
9. Henríquez G. Nutrición parenteral. En: G. Henríquez, M. Landaeta-Jiménez, E. Dini, editores. Nutrición en pediatría. Caligraphy, CA. Caracas 1999, pp.189-201.
10. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, editors. Postgraduate Course #3. Pediatric Nutrition Support for the Non Pediatrician. 23rd Clinical Congress. San Diego, USA 1999.
11. Larrañaga IJ, Carballo JM, Rodríguez MP, Fernández JA, editores. Técnicas de apoyo nutricional. En: Dietética y dietoterapia. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid 1997, pp.316-27
12. Barrio Corrales F. Nutrición parenteral. En: M. Hernández, editor. Alimentación infantil. 3era edición.

- Díaz de Santos. Madrid; 2002, pp.331-86
13. Heimburger D, Weinsier R, editors. Parenteral Nutrition. In: Handbook of Clinical Nutrition. Mosby-Year Book, Inc. St. Louis 1997, pp.290-312
14. Falcao MC, Tannuri U. Nutrition for the pediatric surgical patient: approach in the peri-operative period. Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo 2002;57(6):299-308
15. Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. Parenteral nutrition. In: Kleinman RE, editor. Pediatric Nutrition Handbook. 4th edition. Illinois. 1998, pp.285-305
16. Moclair A, Bates I. The efficacy of heparin in maintaining peripheral infusions in neonates. Europ J Pediatr 1995;154:567-70
17. Ricour C Nutrición parenteral total en el niño. Anales Nestlé 1988; 46(2):67-80.
18. National Advisory Group on Standards and Practice Guidelines for Parenteral Nutrition. Safe practices for parenteral feeding formulations. J Parenter Enteral Nutr 1998; 22(2): 49-66.
19. Baugh N, Recupero MA, Kerner JA. Nutritional requirements for pediatric patients. In: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, editors. Program Book. 22nd Clinical Congress. Orlando, USA 1998, pp.24.1-24.13
20. Pedrón Giner C. Nutrición enteral. En: M. Hernández, editor. Alimentación infantil. 3era edición. Díaz de Santos. Madrid, 2002, pp.319-30
21. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics 1957; 19:823-32
22. Detamore C. Enteral nutrition. In: PM Queen, CE Lang, editors. Handbook of Pediatric Nutrition. Aspen Publishers. Maryland 1993, pp.249-78.
23. Goulet O. Alimentación enteral pediátrica. Soporte Nutricional. Seminarios Internacionales en Gastroenterología 1998;7(1):1-8
24. Ford G. Nutrition in newborn and pediatric patients. In: H Torosian, editors. Nutrition for the Hospitalized Patients-Basic Science and Principles of Practice. Marcel Dekker, New York 1995, pp. 1962-1972.
25. Koo WWK, Cepeda EE. Parenteral Nutrition in neonates. In: JL Rombeau, RH Rolandelli, editors. Clinical nutrition: Parenteral nutrition. 3rd edition.; WB Saunders Co. Philadelphia 2001, pp.463-475
26. Milla P. Paediatric nutrition requirements. In: KM Hendricks, W Walker, editors. Manual of Pediatric Nutrition. Edward Arnold. Toronto 1995, pp. 167-174.
27. Quero J, Muro M, Pérez Rodríguez J. Perfusión de insulina en neonatos inmaduros con hiperglucemia en el curso de la alimentación parenteral. En: J. Brines, J. Fons, M. Vicent, C. Paredes, J. Morán, editores. Metabolismo, nutrición y alimentación del prematuro y recién nacido de bajo peso. XII Reunión de Medicina Perinatal. Facultad de Medicina de Valencia.. Ene Ediciones S.A., Madrid 1990, pp 7-77.
28. Bresson JL, Narcy P, Putet G, Ricour C, Sachs C, Rey J. Energy substrate utilization in infants receiving total parenteral nutrition with different glucose to fat ratios. Pediatr Res 1989; 25:645-48.
29. Koo WWK, McLaughlin K, Saba M. Nutritional support for the preterm infant. In: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, editors. Program Book. 22nd Clinical Congress. Orlando, USA 1998, pp.26.1-26.16.
30. Kerner JA Jr. Parenteral nutrition. In: WA Walker, PR Durle, JR Hamilton, JA Walker-Smith, JB Watkins, editors. Pediatric Gastrointestinal Disease. 2nd edition, Mosby-Year Book, Inc. St Louis, MO 1996;1904-1951.
31. Guía Spilva de las especialidades farmacéuticas. A. Spilva-Lehr, Y. Muktans Spilva, editores. XXIXa edición. Global Ediciones, S.A. Caracas 2005/2006.
32. Simmer K, Rao SC. Early introduction of lipids to parenterally-fed preterms infants (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 2, 2205. Oxford: Update Software.
33. Fresenius Kabi AB. Parenteral nutrition. Structolipid. Monografía del producto. Fresenius Kabi España, Barcelona, 2000;1-33.
34. Ulrich H, Pastores SM, Katz DP et al. Parenteral uses of medium-chain triglycerides : A reappraisal. Nutrition 1996; 2:231-238.
35. Granato D, Blum S, Rössle C, Le Boucher J, Malnoë A, Dudot G. Effects of parenteral lipid emulsions with different fatty acid composition on immune cell functions in vitro. JPEN 2000; 24:113-118.
36. Whitfield J, Smith T, Sollohub H, Sweetman L, Roe Ch. Clinical effects of L-carnitina supplementation on apnea and growth in very low birth weight infants. Pediatrics 2003; 111(3):477-482.
37. Pande S, Brion LP, Campbell DE, Gayle Y, Esteban-Cruciani NV. Lack of effect of L-carnitina supplementation on weight gain in very preterm infants. J Perinatol 2005; 25(7):470-477.
38. Merrit R, Rock C. Nutritional requirements and assessments. In: WA Walker, PR Durle, JR Hamilton, JA Walker-Smith, JB Watkins, editors. Pediatric Gastrointestinal Disease. 2nd edition. Mosby-Year Book, Inc. St Louis, MO, 1996;1860-1883
39. Heird W, Hay W, Helms R, Storm M, Kashyap S, Dell R. Pediatric parenteral amino acid mixture in low birth weight infants. Pediatrics 1988; 81:41-50
40. Wu P, Edwards N, Storm M. Plasma amino acid pattern in normal term breast-fed infants. J Pediatr 1986; 109:347-49.

41. Geggel HS, Ament ME, Heckenlively JR, Martin D, Kopple JD. Nutritional requirement for taurine in patients receiving long-term parenteral nutrition. *N Engl J Med* 1985; 312:142-146.
42. Wright K, Ernst KD, Gaylord MS, Dawson JP, Burnette TM. Increased incidence of parenteral nutrition-associated cholestasis with aminosyn PF compared to trophamine. *J Perinatol* 2003; 23(6):437-38.
43. Heird WC, Dell RB, Helms RA et al. Amino acid mixture designed to maintain normal plasma amino acid patterns in infants and children requiring parenteral nutrition. *Pediatrics*. 1987;80: 401-408.
44. Cochran EB, Phelps SJ, Helms RA. Parenteral nutrition en pediatric patients. *Clin Pharm* 1988; 7:351.
45. Coran AG, Drongowski RA. Studies on the toxicity and efficacy of new amino acid solution in pediatric parenteral nutrition. *J Parenter Enter Nutr* 1987;11: 368.
46. Helms RA, Christensen ML, Mauer EC, Storm MC. Comparison of a pediatric versus standard amino acid formulation in preterm neonates requiring parenteral nutrition. *J Pediatr* 1987; 110: 466.
47. Chessex P, Zebiche H, Pineault M, Lepage D, Dallaire L. Effect of amino acid composition of parenteral solutions on nitrogen retention and metabolic response in very-low-birth weight infants. *J Pediatr* 1985; 106:111.
48. Helms RA, Storm MC, Christensen ML, Hak EB, Chesney R. Cysteine supplementation results in normalization of the plasma taurine concentration in children receiving home parenteral nutrition. *J Pediatr* 1999; 134:358-361.
49. Cloherty JP, Stark AR. Manual de cuidados neonatales. 3a edición. Mason, Barcelona 1999.
50. Maldonado J, Gil A, Faus MJ, Periago JL, Loscertales M, Molina JA. Differences in the serum amino acid pattern of injured and infected children promoted by two parenteral nutrition solutions. *JPEN* 1989;13:41.
51. Hill I, Madrozo J, Lebenthal E et al. Parenteral nutrition in pediatric patients In: J Rombeau, M Caldwell, editors. Parenteral nutrition, 2nd edition WB Saunders, Philadelphia, 1993, pp 770-790
52. Poindexter B, Ehrenkranz R, Stoll B, Koch M, Wright L, Oh W et al. Effect of parenteral glutamine supplementation on plasma amino acid concentrations in extremely low-birth-weight infants. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(3):737-743.
53. LeLeiko NS, Walsh MJ. The role of glutamine, short chain fatty acids, and nucleotides in intestinal adaptation to gastrointestinal disease. *Pediatr Clin North Am* 1996; 43:451-469.
54. Greene HL, Hambridge KM, Schanler R, Tsang RC. Guidelines for use of vitamins, trace elements, calcium, magnesium, and phosphorus in infants and children receiving total parenteral nutrition: Report of the Subcommittee on Pediatric Parenteral Nutrient Requirements from the Committee on Clinical Practice issues of the American Society for Clinical Nutrition. *Am J Clin Nutr* 1988; 48:1324-1342.
55. Albert A, Jiménez NV. Formulación de unidades de nutrientes parenterales. En: NV Jiménez editors. Mezclas intravenosas y nutrición artificial. 4a edición. Godella, Valencia.Convaser CEE, 1999, 469-501.
56. Hurwitz M, García MG, Poole RL, Kerner JA. Copper deficiency during parenteral nutrition: a report of four pediatric cases. *Nutr Clin Pract* 2004, 19(3):305-308.
57. Zlotkin SH, Atkinson S, Lockitch G. Trace elements in nutrition for premature infants. *Clin Perinatology* 1995; 22:233-240.
58. Moukarzel AA, Buchman AL, Salas JS, Vargas J, Guss W, Baron HI et al. Iodine supplementation in children receiving long-term parenteral nutrition. *J Pediatr* 1992; 121:252-254.
59. Cano MV, Perz JF, Craig AS, Liu M, Lyon GM, Brandt ME et al. Candidemia in pediatric outpatients receiving home total parenteral nutrition. *Med Mycol* 2005; 43(3):219-25.
60. Kerner JA, García-Careaga MG, Fisher AA, Poole RL. Treatment of catheter occlusion in pediatric patients. *JPEN* 2006; 31(Sup1):S73-81.
61. Newall F, Barnes C, Savoia H, Campbell J, Monagle P. Warfarin therapy in children who require long-term total parenteral nutrition. *Pediatrics* 2003; 112(5):e386-e386.
62. Shah PS, Ng E, Sinha AK. Heparin for prolonging peripheral intravenous catheter use in neonates. (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 4, 2005. Oxford:Update Software.
63. Teitelbaum DH. Parenteral nutrition-associated cholestasis. *Curr Opin Pediatr* 1997;9:270-275
64. Hofman AF. Detective biliary secretin during total parenteral nutrition: Probable mechanisms and possible solutions. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1995; 20:376-390.
65. Collier S, Lo C. Advances en parenteral nutrition. *Curr Opin Pediatr* 1996; 8:476-482.
66. Hata S, Kubota A, Okada A. A pediatric amino acid solution for total parenteral nutrition does not affect liver function test in neonates. *Surg Today* 2002; 32(9):800-803.
67. Kaufman SS. Prevention of parenteral nutrition-associated liver disease in children. *Pediatr Transplant* 2002; 61(1):37-42.
68. Heine RG, Bines JE. New approaches to parenteral nutrition in infants and children. *J Paediatr Child Health* 2002;38(5):433-37
69. Moreno JM, Gomiz P, Galiano MJ, Valero MA, Serrano O León M. Complicaciones hepáticas asociadas

- das a la nutrición parenteral de corta duración en niños. *An Esp Pediatr* 1999; 51:22-26.
70. Moss RL, Das JB, Raffensperger JG. Total parenteral nutrition-associated cholestasis. Clinical and histopathological correlation. *J Pediatr Surg* 1993;28:1270.
  71. Klein GL. Aluminium in parenteral solutions revisited-again. *Am J Clin Nutr* 1995;61:449-456
  72. Bishop NJ, Morley R, Chir B, Day J, Lucas A. Aluminium neurotoxicity in preterm infants receiving intravenous-feeding solutions. *N Eng J Med* 1997; 336:1557-1561.