

# NUTRICIÓN EN PEDIATRÍA Y NEONATOLOGÍA



Patrocinado por:

 **NUTRICIA**  
Advanced Medical Nutrition

# Nutrición en pediatría y neonatología

Isabel Caba Porras<sup>1</sup>, Amparo Vázquez Polo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Farmacéutico especialista, Servicio de Farmacia. Hospital Universitario de Jaen, Jaen.

<sup>2</sup>Farmacéutico especialista, Servicio de Farmacia. Hospital Universitario La Fe, Valencia.



## Palabras clave:

Pediatría, Neonatología, Prematuro, Nutrición Parenteral, Nutrición Enteral.

## Abreviaturas:

CVC: catéter venoso central; ECN: enterocolitis necrosante; F: French; GER: gasto energético en reposo; LCP: ácido graso poliinsaturado de cadena larga; LH: leche humana; IMC: índice de masa muscular; NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; OMS: Organización Mundial de la Salud; PLV: proteínas de leche de vaca; PUFA: ácido graso poliinsaturado; RNPT: recién nacido pretérmino; RNT: recién nacido a término

## Correspondencia (✉):

icabaporras@yahoo.es  
vazquez\_amppol@gva.es

# Índice

<b>1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Objetivos docentes .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Valoración del estado nutricional .....</b>	<b>4</b>
	3.1. Parámetros antropométricos .....	5
	3.2. Evaluación antropométrica de la composición corporal .....	5
	3.3. Parámetros bioquímicos .....	6
	3.4. Parámetros hormonales .....	6
	3.5. Otros métodos .....	6
<b>4.</b>	<b>Estimación de los requerimientos nutricionales .....</b>	<b>7</b>
	4.1. Energía .....	7
	4.2. Hidratos de carbono .....	8
	4.3. Lípidos .....	8
	4.4. Proteínas .....	8
	4.5. Fluidos .....	8
	4.6. Minerales y vitaminas .....	9
<b>5.</b>	<b>Vías de administración de la nutrición .....</b>	<b>9</b>
	<b>5.1. Nutrición enteral .....</b>	<b>9</b>
	5.1.1. Infusión gástrica .....	9
	5.1.2. Infusión postpilórica .....	10
	5.1.3. Métodos y sistemas de infusión .....	11
	5.1.4. Recomendaciones generales para la administración .....	11
	<b>5.2. Nutrición parenteral .....</b>	<b>11</b>
	5.2.1. Accesos periféricos .....	12
	5.2.2. Accesos centrales .....	12
	5.2.3. Métodos de infusión .....	12
<b>6.</b>	<b>Nutrición enteral .....</b>	<b>12</b>
	6.1. Indicaciones .....	13
	6.2. Contraindicaciones .....	13
	<b>6.3. Fórmulas para nutrición enteral pediátrica .....</b>	<b>13</b>
	6.3.1. Fórmulas para recién nacidos .....	13
	6.3.1.1. Fórmulas para prematuros .....	13
	6.3.1.2. Fórmulas de continuación para prematuros lactantes .....	15
	6.3.1.3. Fórmulas completas para lactantes recién nacidos a término .	15

6.3.2. Características de las fórmulas enterales completas .....	16
6.3.2.1. Fórmulas poliméricas .....	16
6.3.2.2. Fórmulas oligoméricas .....	17
6.3.2.3. Fórmulas elementales .....	17
6.3.2.4. Fórmulas específicas .....	17
6.4. Complicaciones .....	18
<b>7. Nutrición parenteral .....</b>	<b>19</b>
7.1. Energía .....	19
7.2. Macronutrientes .....	19
7.3. Electrolitos, vitaminas y oligoelementos .....	21
7.4. Nuevos nutrientes .....	23
7.5. Complicaciones .....	24
<b>8. Moniorización del soporte nutricional .....</b>	<b>25</b>
<b>9. Bibliografía.....</b>	<b>26</b>

## 1. Introducción

El paciente pediátrico, dependiendo de su etapa del desarrollo, se clasifica en los siguientes grupos:

- ▶ Neonatos: Recién nacidos de edad inferior a 1 mes. El neonato puede ser a término o prematuro, cuya edad de gestación es inferior a 36 semanas.
- ▶ Lactantes: Edad inferior a 1 año.
- ▶ Niños: A partir de 1 año de edad.

Los pacientes pediátricos tienen una serie de características diferenciales, descritas a continuación:

- ▶ Composición corporal. En el neonato la cantidad de agua representa el 80% del peso corporal, comparado con el 60% del adulto.
- ▶ Necesidades nutricionales. Tienen que cubrir el crecimiento y desarrollo y son máximas en el primer año de vida y en la pubertad. Cualquier alteración o deficiencia puede afectar al mismo, con mayor gravedad en prematuros.
- ▶ Menores reservas energéticas que el adulto, estando relacionadas con su grado de crecimiento. La reserva calórica va disminuyendo en los neonatos de bajo peso, desde el prematuro de 2.500 g hasta los de extremo bajo peso (< 1.000 g) en los que se estiman las reservas en 90-110 kcal/kg.
- ▶ Desarrollo de cada órgano en función de la edad cronológica. El neonato se caracteriza por inmadurez de la función hepática y renal así como de los sistemas enzimáticos.
- ▶ Funcionamiento del tracto gastrointestinal. Los neonatos y lactantes tienen capacidad limitada para absorber nutrientes, encontrándose, además, pobre motilidad intestinal en neonatos.
- ▶ Función renal. El neonato se caracteriza por inmadurez renal y el lactante necesita más agua para excretar la misma cantidad de solutos.
- ▶ Patologías específicas, tales como las enfermedades metabólicas, la fibrosis quística o la alergia a proteínas de leche de vaca (PLV). El objetivo de la nutrición artificial en pediatría es cubrir las necesidades de nutrientes para asegurar el

crecimiento, facilitar el desarrollo del sistema nervioso y del aparato digestivo, la adaptación metabólica y endocrina y reponer los depósitos que puedan estar disminuidos.

## 2. Objetivos docentes

- ▶ Describir las técnicas de valoración nutricional utilizadas en el paciente pediátrico.
- ▶ Conocer y calcular los requerimientos de macro y micronutrientes en neonatos, lactantes y niños.
- ▶ Describir los tipos de soporte nutricional en pediatría.
- ▶ Conocer las vías de administración de la nutrición artificial pediátrica.
- ▶ Describir las indicaciones y las bases de utilización de la Nutrición Parenteral (NP) y Enteral (NE).
- ▶ Explicar las características de las fórmulas de NE pediátricas para su selección y adecuada utilización.
- ▶ Explicar las diferentes complicaciones de la nutrición parenteral y enteral.
- ▶ Conocer los parámetros y sistemática para la monitorización del soporte nutricional.

## 3. Valoración del estado nutricional

En la valoración nutricional del paciente pediátrico, al igual que en el adulto, debe realizarse una anamnesis y una exploración clínica, donde se recogerá la existencia de enfermedades crónicas y agudas, aspectos relacionados con su gestación, parto, etc. La encuesta dietética recopilará toda la información que permita detectar una alimentación incorrecta (hábitos alimenticios, alergias, intolerancias, etc). Se identificará también el tipo de lactancia, edad de destete, introducción de alimentos sólidos y evolución de los parámetros antropométricos.

Para estudiar el crecimiento se comparan los parámetros medidos con patrones de referencia mediante percentiles o escalas ordinarias utilizados en versión gráfica, que permiten ordenar al individuo dentro

de un grupo de referencia de la misma edad y sexo, indicando el porcentaje de población que se encuentra por encima o por debajo de la medida efectuada. También se utiliza la Puntuación Z (Z-score), expresado en unidades de desviación estándar de la mediana, obteniéndose un valor absoluto que permite comparaciones entre niños de diferente edad y sexo. Existen patrones de referencia de crecimiento en percentiles o Z-score de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2006 para niños de 0 a 5 años, con los parámetros de peso, estatura, perímetro craneal, perímetro del brazo y pliegues tricipital y subescapular<sup>1</sup>. En el caso de pacientes de 5-19 años de edad se contempla el peso, talla e índice de masa corporal (IMC). Para estudiar el crecimiento del niño se puede realizar una valoración seriada de las medidas. *El perfil de desarrollo o canal de crecimiento* se obtiene a partir de mediciones seriadas y unión de sus puntos en los gráficos de referencia. La *velocidad de crecimiento* estudia la evolución de un parámetro en el tiempo.

### 3.1. Parámetros antropométricos

- ▶ **Peso (P).** Indicador de la masa global. Informa del estado nutricional actual.
- ▶ **Talla (T).** Importante para valorar el crecimiento en longitud.
- ▶ **Perímetro cefálico.** Un percentil menor de 5 es indicativo de la existencia de microcefalia, de malnutrición crónica intrauterina o durante la primera infancia.
- ▶ **Relación peso-talla.** Determina el estado nutricional de un niño en el momento de la exploración, o cuando no se conoce con exactitud la edad del paciente. El percentil 90 y el 10 representan los límites de la obesidad y la malnutrición, respectivamente.
- ▶ **IMC.** Peso (kg)/talla<sup>2</sup> (m). Permite distinguir el sobrepeso (percentil 80 - percentil 97) de la obesidad (percentil > 97). Valores de IMC < percentil 10 se relacionan con desnutrición aguda.
- ▶ **Índice perímetro braquial (cm)/perímetro cefálico (cm).** Detecta malnutrición en niños menores de 4 años.
  - Normal > 0,31.

- Desnutrición leve: 0,28-0,30.
- Desnutrición moderada: 0,25-0,27.
- Desnutrición severa: < 0,25.

▶ **Índice nutricional de Waterlow.** Se trata de la relación del peso y la talla del paciente con la relación del peso y talla medios (P50) para la correspondiente edad y sexo. Es útil para determinar si se trata de malnutrición aguda o crónica.

- Malnutrición aguda

% Peso para la talla P50:  $\text{Peso actual (kg)} * 100 / \text{peso para la talla en P50 (kg)}$

- Estadio 0 (normal): > 90%.
- Estadio I (desnutrición leve): 80-90%.
- Estadio II (desnutrición moderada): 70-80%.
- Estadio III (desnutrición severa): < 70%.

- Malnutrición crónica

% Talla para la edad:  $\text{Talla actual (cm)} * 100 / \text{Talla P50 para la edad (cm)}$

- Estadio 0 (normal): > 95%.
- Estadio I (desnutrición leve): 90-95%.
- Estadio II (desnutrición moderada): 85-90%.
- Estadio III (desnutrición severa): < 85%.

### 3.2. Evaluación antropométrica de la composición corporal

- ▶ **Grasa corporal total:** se calcula con pliegues cutáneos y periféricos. Para la obtención de la grasa corporal-pliegues cutáneos existen varias ecuaciones predictivas<sup>2</sup>.
- ▶ **Pliegues cutáneos periféricos:** Pliegue tricipital: en el punto medio entre el acromión y el olécranon en la parte posterior del brazo. Pliegue bicipital: En el mismo nivel que la zona del tríceps pero en la cara anterior del brazo.
- ▶ **Pliegues cutáneos centrales:** el pliegue subescapular es el punto localizado por debajo y por dentro de la escápula izquierda. El pliegue supraíliaco situado en la zona inmediatamente superior a la cresta iliaca en la línea medioaxilar anterior.
- ▶ **Compartimento muscular:** circunferencia del brazo, es un índice estimativo del compartimento

muscular del organismo. El perímetro braquial es un indicador nutricional del compartimento muscular y del estatus proteico. De 1 a 4 años se modifica poco. Límite inferior de normalidad: 14 cm. Se mide en el punto medio comprendido entre el acromión y el olécranon del brazo no dominante.

### 3.3. Parámetros bioquímicos

Al igual que en el adulto, se deben valorar los parámetros analíticos de albúmina sérica, prealbúmina, transferrina, proteína transportadora del retinol, vitaminas y minerales, hemoglobina y recuentos de hematíes. Otros parámetros a tener en cuenta son:

- ▶ **Índice creatinina-talla (ICT).** Proporcional al contenido de creatinina muscular y la masa muscular total. Para su determinación se comparan valores de referencia (creatinina predecible), ya que la excreción de creatinina se considera relativamente estable.

ICT = Excreción de creatinina en orina de 24 horas\* 100/  
Excreción ideal de creatinina en 24 horas para la talla

- Valor normal: 80%.
- Déficit moderado de masa muscular: 60-80%.
- Depleción grave: menor de 60%. Para su determinación es necesario que se cumplan unas condiciones estrictas de dieta libre de carne, reposo, y un estado de hidratación y función renal normal.
- ▶ **Balance nitrogenado (BN).** Se valora la ingesta proteica de la dieta, o los efectos del soporte nutricional. Se debe calcular la urea en orina de 24 horas. Es la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el eliminado. Un valor negativo indica depleción proteica. Está discutida su utilización en neonatos, lactantes y niños pequeños por la dificultad de recoger la orina.
  - Niños 0-4 años:  $BN = (IP/6,25) - (NU + 2)$
  - Niños 5-10 años:  $BN = (IP/6,25) - (NU + 3)$
  - Niños mayores de 10 años:  $BN = (IP/6,25) - (NU + 4)$

Siendo:

UN = nitrógeno ureico (g/día): Urea orina de 24 horas (g/l)\* Volumen de orina 24 horas (litros)\* 0,46.

IP = Ingesta proteica (g/día).

- ▶ **Excreción urinaria de 3-hidroxiprolina.** Es un metabolito del catabolismo del colágeno y su eliminación disminuye en la malnutrición. Varía con la edad y sexo. Se calcula con los índices hidroxiprolina/creatinina (IHC) y de hidroxiprolina (IH).

- IHC: hidroxiprolina (mg) en orina 24 horas/ creatinina (mg) en orina 24 horas
- IH: hidroxiprolina (mg)\* ml orina\* kg peso/ mg creatinina\* ml orina

- ▶ **Aminoacidemia.** El perfil de aminoácidos en plasma refleja indirectamente la cantidad y calidad de las proteínas ingeridas, y el equilibrio entre las síntesis y el catabolismo.

- ▶ **Inmunidad celular.** Se calcula mediante el recuento de los linfocitos totales y los test cutáneos de hipersensibilidad celular.

- Linfocitos: 1.200-2.000/mm<sup>3</sup>. Desnutrición leve.
- Linfocitos: 800-1.200/mm<sup>3</sup>. Desnutrición moderada.
- Linfocitos: < 800/mm<sup>3</sup>. Desnutrición grave.

### 3.4. Parámetros hormonales

- ▶ **IGF-1 (Insulin Growth Factor-1) y su proteína transporte 3 (IGFBP-3):** regulada por la secreción de hormona de crecimiento y por el aporte nutricional.
- ▶ **Hormonas tiroideas:** en desnutrición se produce disminución de la síntesis de TSH (hormona estimulante del tiroides) por una metabolización preferencial de T4 hacia la forma inactiva de T3.
- ▶ **Gonadotrofinas:** su síntesis está disminuida o es nula en estados de desnutrición.

### 3.5. Otros métodos

- ▶ **Diluciones isotópicas (isótopos estables).** Mide el agua corporal, masa grasa, masa libre de grasa, gasto energético.

- ▶ **Impedancia bioeléctrica.** Mide el volumen de líquidos corporales, masa grasa, masa libre de grasa.
- ▶ **Conductividad eléctrica corporal total.** Mide el agua corporal total, masa grasa, masa libre de grasa.
- ▶ **Densitometría radiológica de doble energía (DEXA).** Mide la masa grasa total y por segmentos, masa muscular total y por segmentos, masa ósea total, lumbar y cuello femoral.
- ▶ **Calorimetría.** Con la calorimetría directa se puede calcular el gasto energético en reposo, obtenido a partir del calor producido por un individuo. La calorimetría indirecta determina la energía metabolizable, donde se calcula el calor liberado por los procesos químicos dentro del organismo a partir del oxígeno consumido.
- ▶ **Radiografía del carpo.** Resulta esencial en niños con retraso en el crecimiento, ayudando a identificar su etiología. Se valora la maduración esquelética y se relaciona con la edad cronológica del niño.

Otras exploraciones orientadas a detectar una enfermedad determinada son la presencia de parásitos en heces, el test del sudor para el despistaje de fibrosis quística, el screening para detectar enfermedad celiaca, capropectina fecal y reactantes de fase aguda para el diagnóstico de la enfermedad inflamatoria intestinal.

Los resultados de la valoración nutricional condicionan la intervención a realizar, que dependerá del estado nutricional y del riesgo de desnutrición del niño. Si se detecta **riesgo moderado de desnutrición** (Relación Peso/Talla < percentil 10, índice nutricional de Waterlow < 90%, e IMC < percentil 10), se adoptarán medidas dietéticas o suplementación oral. Ante un **riesgo elevado de desnutrición** (pérdida aguda de peso > 10% en un mes, pérdida crónica de peso > 5% durante 3-6 meses, relación peso/talla muy baja, índice nutricional de Waterlow < 85%, disminución de la velocidad de crecimiento, neonatos y recién nacidos de bajo peso), se prescribirá nutrición enteral por sonda o nutrición parenteral.

## 4. Estimación de los requerimientos nutricionales

### 4.1. Energía

En el paciente pediátrico, además de corregir la malnutrición existente y de cubrir las necesidades nutricionales según el metabolismo basal y la actividad física, deben cubrirse las necesidades de crecimiento del niño. Un aporte excesivo de energía puede resultar en hiperglucemia, incremento de los depósitos grasos, hígado graso, y otras complicaciones. Un aporte deficitario puede traducirse en alteraciones en el crecimiento y en la respuesta inmunológica. Generalmente las necesidades energéticas son mayores en la alimentación enteral que por vía parenteral, debido al efecto de primer paso.

En los niños las necesidades energéticas pueden dividirse en 4 subgrupos: la termogénesis alimentaria, el crecimiento, la actividad física y el metabolismo basal. El metabolismo basal, también llamado gasto energético en reposo (GER), corresponde al mínimo de calorías que consume el organismo en estado de reposo y que le permite realizar funciones vitales e involuntarias. El metabolismo basal se incrementa en condiciones de inflamación sistémica, fiebre, enfermedades crónicas, o puede disminuir en respuesta a una baja ingesta de energía. En la tabla 1 se exponen las necesidades calóricas según edad y según los factores que influyen en el gasto energético<sup>2</sup>. El balance energético total será la diferencia entre la energía aportada y la requerida.

En los casos donde existe desnutrición los niños necesitan unos requerimientos extras de calorías para corregir los déficits de crecimiento en cuanto a peso o talla. En este caso la energía necesaria puede calcularse basándose en el percentil 50 de peso y talla según edad. Esta diferencia proveerá calorías extras para poder realizar esta corrección. Otra forma de cálculo podría ser multiplicar el peso actual por 1,2-1,5, incluso por 2 en desnutrición grave. Existen diferentes tablas y estudios de referencia que recogen los requerimientos energéticos según edad y peso, como es el caso de la OMS y la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO) (tabla 2)<sup>3</sup>.

**Tabla 1.** Necesidades calóricas según edad y factores que influyen en el gasto energético.

	2 meses	8 meses	4 años	Adulto
Metabolismo basal (kcal/kg/día)	55	55	40	25
Acción dinámica específica de los alimentos (kcal/kg/día)	7	7	6	6
Excretas (kcal/kg/día)	11	10	8	6
Actividad (kcal/kg/día)	17	20	25	10
Crecimiento (kcal/kg/día)	20	12	8-10	0
Total (kcal/kg/día)	110	104	+/- 87-89	+/- 47

**Tabla 2.** Requerimientos energéticos según edad y peso.

Edad	kcal/kg
1 mes	107-110
2-6 meses	95
7-12 meses	80
1-2 años	80
3-8 años	80
9-14 años	60

En los primeros 6 meses de vida la distribución de energía en macronutrientes será: 15% proteínas, 35% hidratos de carbono y 50% grasas. Para el resto de edades: 15% proteínas, 50% hidratos de carbono y 35% para las grasas. En niños mayores es: 15% proteínas, 55% hidratos de carbono y 30% grasas.

#### 4.2. Hidratos de carbono

Constituyen la principal fuente de energía y generalmente representan el 40-60% del aporte energético que se suministra en la dieta. La glucosa es el principal metabolito utilizado para la vida fetal (sobre 7 g/kg al día), mientras que en la época de lactancia representa unos 130 g/día.

#### 4.3. Lípidos

Los lípidos son una fuente concentrada de energía, proporcionan ácidos grasos esenciales (linolénico y linoleico), así como vitaminas liposolubles. Algunos lípidos complejos, como los fosfolípidos y glicolípidos, poseen funciones estructurales en las membranas celulares, y

órganos intracelulares o sistemas enzimáticos. Las recomendaciones de aporte de lípidos en función de la edad se encuentran recogidas en la en la tabla 3<sup>2</sup>. No debe limitarse la cantidad de aportes o tipos de grasa durante los 2 primeros años, debido a que son esenciales en el crecimiento y desarrollo del cerebro y la retina.

#### 4.4. Proteínas

Deben incluir los requerimientos necesarios para mantenimiento y crecimiento. También debe considerarse el tipo de aminoácidos, puesto que la esencialidad está condicionada por la edad del niño. Los recién nacidos pretérmino (RNPT) y los recién nacidos a término (RNT), por su inmadurez hepática y/o renal, necesitan también cisteína, tirosina y taurina. Las necesidades recomendadas según peso y edad se recogen en la tabla 3<sup>2</sup>.

#### 4.5. Fluidos

Los fluidos aportados deben suplir a las necesidades de mantenimiento. Se calcularán según edad, tamaño corporal, estado de hidratación, factores ambientales y situación clínica. Las pérdidas deben corregirse independientemente de la nutrición, mediante fluidoterapia. Las necesidades de fluidos serán calculadas según pérdidas insensibles más las sensibles. Los requerimientos de fluidos son más elevados que en adultos, por las razones siguientes: mayor tasa metabólica que implica mayor gasto calórico y necesidades de líquidos, mayor superficie corporal por kilo de peso que incrementa las pérdidas de agua por la piel, y mayor tasa respiratoria que incrementa las pérdidas insensibles. Los aportes dependerán de la edad del paciente. En recién nacidos, el primer día serán de 40-60 ml hasta

**Tabla 3. Necesidades proteicas y lipídicas según edad.**

<b>PROTEÍNAS</b>			
	<b>Edad</b>	<b>Proteínas (g/kg)</b>	<b>Proteínas (g/día)</b>
<b>Lactantes</b>			
	0-6 meses	2,2	13
	6-12 meses	1,6	14
<b>Niños</b>			
	1-3 años	1,2	16
	4-6 años	1,1	24
	7-10 años	1	28
<b>Adolescentes</b>			
	Varones 11-14 años	1	45
	15-18 años	0,9	59
	Mujeres 11-14 años	1	46
	15-18 años	0,8	44
<b>LÍPIDOS</b>			
	<b>Edad</b>	<b>Porcentaje de Lípidos en las calorías totales aportadas</b>	
	< 6 meses	50-55% (con lactancia materna) 40-45% (con fórmula infantil)	
	6 meses-2 años	30-40%	
	Después de los 2 años	30%	

150-180 ml/kg/día (máximo 200 ml/kg/día). En RNPT los aportes guardan relación inversa con el peso al nacer, debido a las pérdidas insensibles transcutáneas. Cuando el peso sea igual o mayor a 1.500 g se comenzará con 60-80 ml/kg/día, y en los de peso inferior se comienza con 80-90 ml/kg/día. En lactantes menores de 10 kg el aporte será de 100 ml/kg/día más pérdidas (máximo 150 ml/kg/día). Para el cálculo de las necesidades hídricas basales la fórmula más utilizada es la de Holliday-Segar. Este método realmente estima las kcal consumidas diariamente, considerando a su vez que es necesario reponer 1 ml de líquidos por cada kcal. La estimación se realiza en función del peso del paciente, de acuerdo al siguiente esquema:

<b>Peso corporal (kg)</b>	<b>Fluidos (ml/día)</b>
Hasta 10	100 ml/kg
11-20	1.000 ml + 50 ml/kg por cada kg que supere los 10 kg.
Más de 20	1.500 ml + 20 ml/kg por cada kg que supere los 20 kg.

#### 4.6. Minerales y vitaminas

Deben tenerse en cuenta las recomendaciones de ingesta diaria (RDA). Las posibles pérdidas se compensarán mediante reposición específica (tabla 4)<sup>3,4</sup>.

La Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) ha elaborado recomendaciones de ingestas de vitaminas y minerales para la población española<sup>5</sup>.

## 5. Vías de administración de la nutrición

El algoritmo de selección de las vías de administración del soporte nutricional es similar al de adultos<sup>6</sup>, siempre que exista un tracto gastrointestinal funcionando la nutrición enteral (NE) será de elección.

### 5.1 Nutrición enteral

A excepción de la vía oral, preferible siempre que sea posible, y en función de la patología de base y de la duración estimada de la nutrición, la vía elegida puede ser gástrica o postpilórica.

#### 5.1.1. Infusión gástrica

Es el método más utilizado ya que permite una digestión prácticamente normal. El estómago sirve de reservorio y permite infundir volúmenes más grandes y con mayor osmolaridad, facilitando la alimentación en "bolus" con menor riesgo de dumping.

**Tabla 4. Ingesta Diaria recomendada de minerales y vitaminas.**

	0-6 meses	7-12 meses	1-3 años	4-8 años	9-13 años	14-18 años Chicos/chicas
<b>MINERALES</b>						
Calcio (mg)	200	260	700	1.000	1.300	1.300
Fósforo (mg)	100	275	460	500	1.250	1.250
Magnesio (mg)	30	75	80	130	240	410/360
Fe (mg)	0,27	11	7	10	8	11/15
Zn (mg)	2	3	3	5	8	11/9
Fl (mg)	0,01	0,5	0,7	1,1	2	3
<b>VITAMINAS</b>						
A (mcg)	400	500	300	400	600	900/700
D (UI)	400	400	600	600	600	600
E (mg)	4	5	6	7	11	15
K (mcg)	2	2,5	30	55	60	75
C (mg)	40	50	15	25	45	75/65
Tiamina (mg)	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,2/1
Riboflavina (mg)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,3/1
Niacina (mg)	2	4	6	8	12	16/14
Piridoxina (mg)	0,1	0,3	0,5	0,6	1	1,3/1,2
Folato (mcg)	65	80	150	200	300	400
Cianocobalamina (mcg)	0,4	0,5	0,9	1,2	1,8	2,4

- ▶ **Sonda orogástrica.** Se utiliza en prematuros, en niños con atresia de coanas y suele ser de elección también en niños con fractura de base de cráneo, en periodos cortos.
- ▶ **Sonda nasogástrica.** Es la más simple, menos cara y de fácil colocación. Presenta los inconvenientes de la incomodidad y el riesgo de movilización accidental, además de favorecer el reflujo gastroesofágico. Existen de diferentes diámetros, longitud y materiales.
- ▶ **Sonda de gastrostomía.** Está indicada en periodos prolongados o indefinidos. Disponemos de diferentes tipos de sondas.
  - Sonda de gastrostomía percutánea endoscópica (PEG): sonda de silicona no colapsable que se introduce de manera endoscópica. El calibre de 14-24 French (F) permite la administración de alimentos triturados.
  - Sonda con balón: catéter de silicona de 16-22F que dispone de un balón hinchable. Permite débitos altos y el recambio es fácil. Posee válvula antirreflujo.

- Sonda de bajo perfil o botón: sonda de silicona de longitud muy reducida. Posee válvula antirreflujo. Tiene la ventaja de ser muy estética. En las ostomías prolongadas se sustituyen las sondas anteriores por un botón. El recambio de la sonda o del botón de gastrostomía debe realizarse cada 6-12 meses. En periodos de crecimiento rápido hay que comprobar con periodicidad que el dispositivo colocado no quede pequeño, ya que puede producir ulceraciones en la piel o en la mucosa del antro.

### 5.1.2. Infusión postpilórica

Precisa que la infusión sea continua y las fórmulas infundidas deben ser isoosmolares.

- ▶ **Sonda nasoduodenal y nasoyeyunal.** Se usan en periodos de tiempo previsto cortos, en situaciones de intolerancia gástrica<sup>7,8</sup>, como íleo gástrico y reflujo gastroesofágico grave. La vía nasoyeyunal a nivel del ángulo de Treitz permite menos desplazamiento de la sonda. Como complicaciones están la dificultad para la colocación y el manejo, y el riesgo de obstrucción.

- **Gastroyeyunostomía y yeyunostomía.** Muy raras en pediatría.

Las sondas nasointerstomiales han de adaptarse en calibre y tamaño a la edad y peso del paciente: 5F para RN o lactantes < 5 kg, 6F para lactantes y niños < 15-20 kg, y 8F para los mayores. Los materiales de silicona y poliuretano flexibles y resistentes son los más utilizados. Poliuretano se prefiere en tamaños pequeños por su mayor diámetro interno. El cloruro de polivinilo (PVC) es más rígido y se utiliza para descompresión y aspiración gástrica. Existen tablas con la descripción de sondas<sup>2,9</sup>.

La ubicación correcta de la sonda debe ser comprobada con técnicas a pie de cama, como medición del pH del aspirado, solamente en caso de duda se utiliza la técnica radiológica para evitar la exposición a rayos-X<sup>7</sup>.

### 5.1.3. Métodos y sistemas de infusión

- **NE intermitente.** Consiste en administrar pequeños volúmenes, bolos, de manera periódica durante 15-45 minutos, con jeringa o con bomba. Como ventajas cabe citar: es más fisiológico, mas sencilla, favorece el tránsito a la alimentación oral. En caso de intolerancia puede producir exceso de residuo gástrico, dolor abdominal, regurgitaciones, vómitos y riesgo de aspiración.
- **NE continua** con bomba de infusión. Mejora la tolerancia de la dieta, administra un volumen constante, reduce la posibilidad de aumento de residuo gástrico minimizando el riesgo de aspiración. Es obligatoria en administración postpílorica.
- **NE cíclica.** Infusión continua pero a lo largo de un periodo de tiempo de 8 a 12 horas, generalmente nocturno, permitiendo la alimentación normal durante el día.
- **NE trófica.** Se refiere a la mínima infusión continua de pequeñas cantidades de una fórmula enteral (0,5-25 ml/kg/día), con el fin de mantener la barrera intestinal y la integridad de la mucosa.

La NE debe efectuarse siempre de forma gradual, existen tablas<sup>2,9</sup> con las recomendaciones de inicio y progresión de la NE según edad, y según la tole-

rancia del niño. En el caso de tránsito de NP a NE, se debe iniciar una NE continua a bajo volumen con progresivos aumentos. Cuando la NE llegue a cubrir el 35-50% de los requerimientos, se irá disminuyendo la NP para retirarla cuando se alcance el aporte de al menos el 60-75% .

### 5.1.4. Recomendaciones generales para la administración<sup>7</sup>

- Cabecera de la cama incorporada 30-45° durante la administración de la NE, para disminuir el riesgo de aspiración.
- Fórmulas de alimentación: En todo momento deben seguirse las normas de higiene propias de la manipulación, tanto de las dietas como del material de administración. Así, es preferible el uso de fórmulas líquidas estériles antes que las fórmulas en polvo.
- La limpieza de la sonda se realiza con volúmenes reducidos: 1-3 ml de agua en neonatos y 3-5 ml en pediatría, utilizando preferiblemente agua estéril.
- Las fórmulas en polvo, la leche materna o los módulos nutricionales, no deben estar colgados a temperatura ambiente más de 4 horas.
- Las fórmulas líquidas estériles decantadas en otros recipientes diferentes al de origen, no deben estar colgadas más de 8 horas a temperatura ambiente. En neonatos no se recomienda sobrepasar las 4 horas. En el domicilio se podrían mantener 12 horas.
- Las fórmulas con sistemas herméticos pueden mantenerse colgadas durante 24 h.
- Es imprescindible que existan unas normas escritas y sistemas de administración (equipos, jeringas, bombas) específicos para la NE, para evitar la administración por vía intravenosa.

## 5.2. Nutrición parenteral

La vía para la administración de la nutrición parenteral (NP), central o periférica, va a depender del tiempo previsto de tratamiento, de los requerimientos nutricionales del paciente, de la enfermedad de base, y de los accesos vasculares disponibles<sup>10</sup>.

### 5.2.1. Accesos periféricos

Son accesos en venas subcutáneas para la administración de NP, con las siguientes características:

- ▶ Osmolaridad 600-800 mOsm, el aporte de nutrientes será limitado a 0,6-0,8 kcal/ml.
- ▶ Tiempo estimado de administración corto, como máximo 14 días. Riesgo de flebitis. Cambio regular de la vía cada 2-4 días para evitar flebitis y extravasación. Esto hace que se vayan agotando éstas progresivamente, especialmente en neonatos.
- ▶ Los dispositivos que más se utilizan son los del tipo Abbocath® (intravenoso corto).

### 5.2.2. Accesos venosos centrales

Los catéteres venosos centrales (CVC) para NP presentan las siguientes características:

- ▶ Admiten osmolaridad de la solución superior a 600-800 mOsm/l, con elevada densidad calórica (1-1,2 kcal/ml), permitiendo cubrir todos los requerimientos nutricionales.
- ▶ Son vías que se insertan percutáneamente o bien por disección quirúrgica en una vena central, como la subclavia o umbilical, y la punta del catéter se sitúa en la vena cava superior, cava inferior o próxima a la entrada de la aurícula. La localización de una vía central necesita siempre ser confirmada radiológicamente.
- ▶ Los riesgos principales son tromboembolismo, neumotórax, hemotórax, arritmias, taponamiento y la posibilidad de infección.

Se utilizan distintos tipos de catéteres, según el tiempo estimado de duración de la NP.

- ▶ Catéteres umbilicales de corta duración (< 14 días) para neonatos.
- ▶ Catéteres epicutáneos-cava o catéteres centrales de acceso periférico (PICC), de duración < 3 o 4 semanas. El catéter en una vena periférica como la cefálica, la basílica o cualquier vena de la cabeza, se hace progresar hasta vena cava.
- ▶ Catéteres para un periodo superior a 3-4 semanas o para la NP domiciliaria: tunelizados de una

sola luz de hule siliconado con trayecto subcutáneo y dispositivo de fijación tipo Broviac® o Hickman®, y catéter con reservorio subcutáneo o catéter implantado tipo Port-a-cath®.

El diámetro del CVC debe ser el más pequeño posible para minimizar el riesgo de lesión de la vena, en neonatos de 2F y en niños mayores 2-7 F. Los catéteres pueden tener una o varias luces. Los materiales más flexibles y duraderos son el poliuretano que se suele utilizar en los catéteres de corta duración, y la silicona que se utiliza en los de larga duración.

La colocación de los CVC se debe realizar con una técnica estéril. La manipulación debe realizarse con técnica aséptica. La disminución de la infección por catéter está directamente relacionada con la rigurosidad en el cumplimiento de las recomendaciones de asepsia. Cada hospital debe elaborar sus propios protocolos de colocación y manipulación de vías basándose en la evidencia científica.

### 5.2.3. Método de infusión

- ▶ **NP continua.** Habitualmente la NP en niños se administra a lo largo de 24 horas, es aplicable tanto a mezclas ternarias como cuando los lípidos se administran separadamente. La solución lipídica puede infundirse en un tiempo menor siempre que no se superen los límites de velocidad de infusión recomendados.
- ▶ **NP cíclica.** Es la administración de NP en periodos de 8 a 18 horas. Es habitual en pacientes con tratamientos de larga duración y en el domicilio. Presenta ventajas metabólicas como son el aumento de la movilización de las reservas grasas del paciente, produciendo menor infiltración hepática.

Se recomienda la utilización de filtros para la administración de NP: Filtro 0,22 micras para las mezclas binarias y filtro 1,2 micras para las mezclas ternarias.

## 6. Nutrición enteral

La nutrición enteral está indicada en pediatría cuando existe un tracto gastrointestinal funcionando y la ingestión de alimentos no es suficiente para mantener un desarrollo ponderoestatural y estado nutri-

cional adecuado. También está indicada cuando se pretende un estímulo trófico de la mucosa intestinal o se precise reposo del colon, aunque en estos casos el aporte sea insuficiente para mantener las necesidades nutricionales del paciente. La NE con fórmulas de composición definida incluye los aportes orales, por sonda o estoma, pudiéndose emplear diferentes productos: módulos, suplementos o fórmulas completas de nutrición artificial.

### 6.1. Indicaciones

- ▶ Neonatología: gran prematuridad, displasia broncopulmonar.
- ▶ Desnutrición proteico-calórica de cualquier etiología: primaria, fibrosis quística, cardiopatía congénita, enfermedad pulmonar crónica.
- ▶ Anomalías estructurales o funcionales del tracto gastrointestinal.
- ▶ Enfermedades digestivas: reflujo gastroesofágico, intestino corto, enteritis postradiación, fístulas digestivas, diarrea crónica, pancreatitis, enfermedad inflamatoria intestinal.
- ▶ Enfermedades neurológicas: coma, parálisis cerebral.
- ▶ Estados hipermetabólicos: grandes quemados, pacientes críticos.
- ▶ Enfermedades metabólicas: glucogenosis tipo I, fases de descompensación, aminoacidopatías.
- ▶ Otras: enfermedad renal, enfermedad hepática, fallo de medro, paciente oncológico.

### 6.2. Contraindicaciones

- ▶ Totales: obstrucción intestinal, íleo prolongado, enterocolitis necrosante (ECN) del recién nacido.
- ▶ Parciales: Enterocolitis, fístula digestiva, isquemia digestiva.
- ▶ Antes de iniciar la NE tiene que existir una estabilidad hemodinámica.

### 6.3. Fórmulas para nutrición enteral pediátrica

Los requerimientos nutricionales del niño varían con la edad.

- ▶ Menores de 1 año. La leche materna es el patrón. Los prematuros tienen incrementados sus necesidades nutricionales.
- ▶ Edad 1-6 años: las DRI estarán contenidas, aproximadamente, en 1.100 ml de las fórmulas específicas.
- ▶ Edad 6 a 10 años: las DRI están contenidas, aproximadamente, en 1.300 - 1.500 ml. Aunque podrían utilizarse fórmulas de adultos, en el mercado existen fórmulas enterales pediátricas adaptadas a los requerimientos nutricionales de esta población en cuanto a osmolaridad y micronutrientes.

En la tabla 5 se recogen las principales características de las fórmulas para nutrición enteral pediátrica.

#### 6.3.1. Fórmulas para recién nacidos

La leche humana (LH) es el alimento ideal en recién nacidos, hasta 1 año de edad, y el más recomendable para cubrir sus necesidades durante los primeros 6 meses de vida. La LH para el recién nacido prematuro tiene muchas ventajas, entre ellas reducir la infección gastrointestinal a través del aporte de IgA, lactoferrina, inducción de macrófagos y acidificación del pH de las deposiciones. Además, puede estimular la proliferación de la mucosa intestinal induciendo enzimas digestivas, hay evidencias de que en prematuros de extremo y muy bajo peso, la infusión con leche materna en mínimas cantidades y progresión continua, reduce el riesgo de NEC<sup>7</sup>.

Las fórmulas artificiales tienen un diseño siguiendo la composición media de la leche humana madura. En la actualidad existen reglamentaciones y normativas para su fabricación emitidas por comités científicos europeos<sup>11</sup> y españoles.

##### 6.3.1.1. Fórmulas para prematuros

- ▶ **Fortificantes de leche humana.** La LH tiene algunas desventajas en el prematuro, el insuficiente aporte de proteínas, de minerales como calcio, fósforo, y de vitaminas, especialmente vitamina D. Los fortificantes de la leche humana son formulaciones en polvo que en dilución estándar en 100 ml de LH (tabla 5), aumentan el contenido calórico (+10-15 kcal), de proteínas (+1-1,5 g), el calcio y el fósforo (4-5 veces mayor). Se usan a partir de un volumen de ingesta de LH de 100 ml/kg/día, inicial-

**Tabla 5. Composición general de las fórmulas pediátricas**

Fórmula	kcal/ml	Proteínas (g/100 ml)	Hidratos de carbono (g/100 ml)	Lípidos (g/100 ml)	Comentarios
<b>Leche materna</b> (Madura: composición variable, más rica en prematuros y calostro. Se adapta a las necesidades de crecimiento del niño)	0,68-0,75	0,9-1,1; Caseína, Seroproteínas: lactoferrina, inmunoglobulina, alfa-lactoglobulina	7-7,7; Lactosa: > 85% Oligosacáridos	3,9-4,5; AGS: 40%, AGMIS: ≈ 35%, AGPI: 8-14%, Linoléico, Linoleico, PUFAS: 3-5%	Otros nutrientes, Factores inmunológicos, nucleótidos, enzimas, células
<b>Leche materna + Fortificante</b> (en dilución estándar)	0,80-0,85	2,1-2,5	8,5-10,1	3,9-4,9	↑ calcio y fósforo
<b>Prematuros</b>	0,75-0,80	1,8-2,4; Caseína, proteínas hidrolizadas	7,4-7,8; Lactosa ↓. Oligosacáridos	4-5,4	Nucleótidos, PUFAS
<b>Lactantes a término</b> I: Inicio II: Continuación	I: 0,6-0,7 II: 0,6-0,8	I: 1,2-1,8; Caseína, leche de vaca II: 2,4-2,8	7,1-7,5; Lactosa	3,4-5; Grasa láctea, Aceites vegetales	Pueden contener: nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes con proteína vegetal</b>	Ídem	Proteína hidrolizada de origen vegetal	Dextrinomaltosa, sacarosa. Sin lactosa	Lípidos vegetales	Pueden contener: nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes sin lactosa</b>	Ídem	Caseína	Dextrinomaltosa	Grasa láctea, Aceites vegetales	Pueden contener: nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes hidrolizadas parcialmente</b>	Ídem	Caseína y otras > 5.000 daltons	Dextrinomaltosa, lactosa	Grasa láctea, Aceites vegetales	Pueden contener: nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes extensamente hidrolizadas</b>	Ídem	Péptidos < 5.000 daltons	a) Lactosa < 50% b) Dextrinomaltosa exclusivo	MCT 15-55%	Pueden contener: nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes extensamente hidrolizadas hipercalóricas</b>	1	Proteínas séricas extensamente hidrolizadas (< 5.000 Daltons)	Dextrinomaltosa	MCT: 50%	Contiene Nucleótidos, PUFA
<b>Lactantes elementales</b>	Ídem	Aminoácidos libres	Dextrinomaltosa	↓grasa, MCT 15-55%	Nucleótidos, glutamina
<b>Lactantes antiregurgitación</b>	Ídem	Caseína	Harina de semilla algarrobo	↓ contenido grasa	
<b>Lactantes hipercalóricas</b> (respecto a la leche materna)	1	10% proteína. Caseína/seroproteína	41% (Lactosa/dextrinomaltosa: 50/50)	48% Grasa láctea y vegetal	Para niños < 1 año ó < 8 kg. Contienen FOS/GOS, nucleótidos y PUFA.
<b>Poliméricas isocalóricas e hipercalóricas</b> (100% DRI: 1.100 ml para niños de 1-6 años, 1.300 ml para niños de 7-10 años)	1/1,5	8-13%. No gluten	45-55% Dextrinomaltosa y sacarosa variable. Lactosa < 1%	35-45% Grasa láctea y vegetal	Pueden contener: Fibra soluble/ Insoluble, FOS
<b>Oligoméricas</b>	1	Péptidos	Polímeros de glucosa	MCT ↑, LCT	↓grasa
<b>Elementales</b>	1	Aminoácidos	Polímeros de glucosa	MCT ↑, LCT	↓grasa
<b>Insuficiencia renal</b> Lactantes y niños	1	6% de proteínas	47% Sacarosa/ glucosa	47% Aceites vegetales	↓fósforo, potasio y vitamina A
<b>Insuficiencia hepática</b> Lactantes y niños	1	10% proteínas, 33% aminoácidos ramificados	68% Lactosa	17% LCT/MCT	↓sodio

AGMI: Ácido graso monoinsaturado; AGPI: Ácido graso poliinsaturado; AGS: Ácido graso saturado; FOS: Fructooligosacárido; GOS: Galactooligosacáridos; PUFA: Ácido graso poliinsaturado de cadena larga .

mente a la mitad de la concentración, aumentando progresivamente hasta la cuarta semana de vida, para alcanzar la concentración completa. La fortificación ha demostrado un aumento más rápido del peso, la talla y la circunferencia craneal<sup>12</sup>.

► **Fórmulas para prematuros lactantes.** Su formulación general se caracteriza por:

- Mayor densidad energética que la LH, 0,80 kcal/ml.
- Menor cantidad de lactosa (40-50%), los niños prematuros tienen una menor actividad de la lactasa intestinal.
- Mayor contenido proteico (2,75-3 g/100 kcal), con predominio de albúmina, y suplemento de taurina, colina, inositol y carnitina.
- Incorporación de MCT de fácil absorción y mayor oxidación (50% del contenido total de lípidos) y de ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados de origen vegetal.
- Mayor concentración de vitaminas y minerales, especialmente calcio y fósforo. Estas fórmulas se administran hasta las 40 semanas de vida y permiten mantener un mejor estado nutricional. Algunos estudios han demostrado un mejor desarrollo neuronal<sup>13</sup>.

### 6.3.1.2. Fórmulas de continuación para prematuros lactantes

Contienen cantidades intermedias de proteínas y minerales entre las fórmulas lácteas para niños nacidos a término y las de prematuros. Su uso durante el primer año de vida potencia un mayor crecimiento longitudinal y de circunferencia craneana y mejor mineralización ósea.

### 6.3.1.3. Fórmulas completas para lactantes recién nacidos a término

► **Poliméricas.** Están basadas en proteína de leche de vaca intacta (PLV). Están indicadas como fuente única de alimento de lactantes sanos durante los primeros 6 meses de vida.

- Aportan una densidad calórica similar a la LH (Tabla 5).
- Pueden contener más proteínas que la LH (1,8-2 g/100 kcal, máximo 3 g/100 kcal), la relación

caseína/seroalbúmina es de 40/60 en las fórmulas de inicio y de 80/20 en las de continuación.

- Pueden contener nucleótidos sin exceder los 5 mg/100 kcal, por haberse demostrado efectos beneficiosos gastrointestinales e inmunitarios<sup>13-14</sup>.
- El hidrato de carbono es la lactosa en concentración de 9-14 g/100 kcal.
- Las grasas son de origen lácteo y vegetal y suponen un 40-54% de las calorías totales (4,4-6 g/100 kcal), con una relación ácido linoleico/linolénico entre 5:1 y 15:1. Pueden adicionarse ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (PUFA), por sus efectos beneficiosos a nivel cognitivo<sup>13</sup>.

En general, estas características se mantienen para todas las fórmulas especiales para lactantes, excepto las diferencias específicas de cada una de ellas (Tabla 5).

► **Fórmulas hipercalóricas:** Contienen 1 kcal/ml, por tanto son hipercalóricas con respecto a la LH. Están indicadas en las patologías en lactantes que requieran una restricción de volumen o en las que aumente el gasto energético. Enriquecidas con fibras prebióticas (FOS/GOS), ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LCP) y nucleótidos

► **Fórmulas basadas en leche de vaca sin lactosa.** Contienen polímeros de glucosa, mayoritariamente dextrinomaltoza. Están indicadas en la intolerancia primaria y secundaria a la lactosa: tras gastroenteritis aguda, periodo prolongado de ayuno, malnutrición o malabsorción<sup>15-16</sup>.

► **Fórmulas poliméricas basadas en proteína de soja.** Su fuente nitrogenada es el aislado de proteína de soja, un 96% similar a la de caseína. Son deficitarias en carnitina, taurina y metionina, por lo que están suplementadas. No contienen lactosa sino polímeros de glucosa. El aporte graso es exclusivamente vegetal. Están enriquecidas con cinc, hierro, calcio y fósforo, puesto que contienen fitatos que pueden quelar estos elementos. Tienen mayores concentraciones de aluminio, manganeso y fitoestrógenos (isoflavonas), de los que desconocemos su repercusión a largo plazo. Su uso está restringido a intolerancia a la PLV mediada por Ig E, intolerancia a la lactosa y galactosemia alternativa en lactantes de familia

vegetariana. La ESPGHAN desaconseja su uso en niños menores de 6 meses, enteropatía sensible a PLV y malabsorción, tampoco las recomienda en el tratamiento del cólico del lactante<sup>16</sup>.

- ▶ **Oligoméricas.** El cuerpo proteico puede ser caseína y/o seroproteínas, soja o colágeno, que han sido hidrolizados en péptidos. Se distinguen 3 tipos diferentes.
  - Fórmulas de bajo grado de hidrólisis o parcialmente hidrolizadas. Contienen una proporción variable de péptidos de peso molecular superior a 5.000 Daltons y conservan capacidad antigénica. Están indicadas como prevención de las manifestaciones alérgicas en lactantes de riesgo, siempre que no sea posible la lactancia materna.
  - Fórmulas semielementales con alto grado de hidrólisis o hidrolizados extensos. Los péptidos son de bajo peso molecular (85-100% < 5.000 Daltons). Pueden ser isocalóricas o hipercalóricas (1 kcal/ml). En relación a los hidratos de carbono, podemos distinguir entre las fórmulas con lactosa, indicadas en lactantes alérgicos a la proteína vacuna con tracto gastrointestinal íntegro, y las que contienen dextrinomaltoza exclusivamente. La fuente de lípidos es vegetal y contienen MCT y LCP, que facilitan una rápida absorción. Están indicadas en las siguientes situaciones:
    - Tratamiento o prevención de la alergia o intolerancia a las PLV.
    - Alteraciones graves de la absorción intestinal (intestino corto, síndrome malabsorativo, diarrea grave) y enfermedades con alteración de la digestión o transporte de grasas (linfangiectasia, abetalipoproteinemias o hipobetalipoproteinemias, colestasis)<sup>13,15</sup>, debido a su rápida y fácil absorción.
- ▶ **Elementales o monoméricas.** Contienen el 100% del aporte proteico en forma de aminoácidos libres. Los hidratos de carbono son polímeros de glucosa y contienen MCT en cantidades variables, manteniendo una cantidad de LCT suficiente para asegurar el aporte de ácidos grasos esenciales, aunque el contenido graso es inferior. Están

indicadas en las alergias graves a proteínas de leche de vaca con intolerancia a fórmulas altamente hidrolizadas o de soja, en cuadros graves de malabsorción o fracaso intestinal. También se utilizan en el paso de NP a oral en alteraciones intestinales graves<sup>13,15</sup>.

- ▶ **Fórmulas antiregurgitación.** La fuente de hidratos de carbono son la harina de semilla de algarrrobo o el almidón de maíz o de arroz, con acción espesante. El contenido en grasa está disminuido. Se desconoce el efecto que el aumento de viscosidad puede tener en la biodisponibilidad de otros nutrientes. Están indicadas sólo en lactantes con escasa ganancia ponderal asociada a pérdida por regurgitaciones, y habitualmente se asocian con otras medidas de tratamiento<sup>16</sup>.

No se comentan las fórmulas para otros problemas menores (cólico, estreñimiento, saciantes, día y noche) con pocas evidencias científicas<sup>16</sup>.

### 6.3.2. Características de las fórmulas enterales completas

#### 6.3.2.1. Fórmulas poliméricas

Requieren para su uso una función gastrointestinal normal o mínimamente alterada y ausencia de alergia a las proteínas de la leche de vaca. Se dispone en el mercado de fórmulas poliméricas isocalóricas (1 kcal/ml) y fórmulas poliméricas hipercalóricas (1,5 kcal/ml).

- ▶ **Proteínas:** se recomienda un 12% del valor calórico total<sup>13</sup>, aunque existe una gran variabilidad (9%-14%). Las fuentes son caseína, lactoalbúmina, lactosuero, proteína vacuna. No disponemos de fórmulas hiperprotéicas específicas para pediatría.
- ▶ **Hidratos de carbono:** se recomienda un porcentaje del 44-53% de las calorías totales. Fundamentalmente son almidón, sacarosa y dextrinomaltoza de baja osmolaridad. La sacarosa se encuentra incrementada en los suplementos orales. El contenido de lactosa es inferior al 1% y están exentas de gluten. Pueden contener fibra insoluble y soluble, en proporción aproximada 50:50, y fructooligosacáridos.

Las cantidades de fibra se encuentran en un rango de 5-8 g/l, siendo la ingesta recomendada superior a 5 g en niños mayores de 2 años, aunque en niños de edad menor no hay recomendaciones establecidas<sup>13</sup>.

- ▶ **Lípidos:** el 35-45% del valor calórico. La fuente empleada suele ser aceite vegetal, grasa láctea, con LCT y MCT. Las fórmulas se consideran bajas en grasa cuando el porcentaje de lípidos se reduce al 5-20%.
- ▶ **Electrólitos y minerales:** presentan baja carga renal de solutos y generalmente contienen menos sodio que las dietas de adultos.
- ▶ **Densidad calórica:** 1 kcal/ml, siendo superior a 1,2 kcal/ml en las dietas hipercalóricas.
- ▶ **Osmolaridad:** son isoosmolares las fórmulas de administración por sonda y la osmolaridad aumenta a valores superiores a 400 mOsm/l en las de uso por vía oral<sup>13</sup>. Las dietas hipercalóricas presentan mayor osmolaridad.

### 6.3.2.2. Fórmulas oligoméricas

- ▶ Las proteínas están hidrolizadas en péptidos. Osmolaridad elevada. Densidad calórica: 1 kcal/ml.
- ▶ Los hidratos de carbono son dextrinomaltosa, sacarosa u oligosacáridos.
- ▶ Parte de la grasa en forma de MCT (25-60%).
- ▶ Indicadas en síndromes de malabsorción: pancreatitis, intestino corto, enfermedad de Crohn, diarreas intratables, resección de intestino delgado.

### 6.3.2.3. Fórmulas elementales o monoméricas

- ▶ El 100% del aporte proteico es en forma de aminoácidos libres.
- ▶ Indicadas en pacientes con una afectación grave del tracto gastrointestinal y de la absorción, que no toleran oligoméricas. También se emplean en niños con una alergia alimentaria múltiple. Paso de NP a NE con alteraciones intestinales graves.

### 6.3.2.4. Fórmulas específicas

#### Fórmulas con alteración del contenido graso

Fórmulas con alto contenido en MCT (90% de la grasa total), que incluyen también LCT para cubrir los requerimientos de ácidos grasos esenciales. Están indicadas en casos de quilotorax, y en desórdenes de transporte de AG, linfangiectasia intestinal.

#### Fórmulas para enfermedades metabólicas

En general, se trata de fórmulas exentas del nutriente cuya metabolización está alterada por el déficit enzimático.

#### Fórmulas para la insuficiencia renal

El aporte proteico está disminuido, representa un 6% del valor calórico total. Fundamentalmente está constituido por PLV suplementada con aminoácidos esenciales. Tienen un bajo contenido en fósforo, potasio y vitamina A. La relación Ca:P es de 1,2:1. No contiene gluten ni sacarosa.

#### Fórmulas para la hepatopatía crónica

Contienen un mayor aporte de aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina y valina) y cantidades menores de aminoácidos aromáticos y de metionina. Contienen el 32% de los lípidos en forma de MCT. Presentan bajas cantidades de sodio, lo que permite concentrar la fórmula en caso de ascitis. No contienen sacarosa, fructosa ni gluten.

#### Fórmulas exentas de disacáridos

Contienen fructosa como hidrato de carbono y están indicadas en la malabsorción primaria o secundaria de glucosa-galactosa.

#### Módulos y suplementos

Son fórmulas nutricionalmente incompletas, lo que significa que por sí solos no cubren la totalidad de requerimientos del paciente. Los módulos están constituidos por principios inmediatos aislados: hidratos de carbono, grasas o proteínas. En situaciones de elevado gasto o restricción de volumen, pueden añ-

dirse a las fórmulas de modo separado, para aumentar la densidad calórico-proteica de la dieta basal, lo que permite una formulación individualizada. Los suplementos incompletos se componen de una mezcla de varios macronutrientes, con o sin vitaminas y minerales en cierta cantidad, pero no suficiente para cubrir las recomendaciones RDI, por lo que son útiles como complemento pero no como única fuente nutricional a largo plazo. Suelen tener un alto contenido calórico y, aunque lo más frecuente es que sean preparados en polvo, se comercializan en una amplia gama de formulaciones y presentaciones, para añadir a los alimentos o para administrar de forma independiente (natillas, barritas, etc.).

#### 6.4. Complicaciones de la nutrición enteral

En general las complicaciones de la NE pueden ser evitadas en gran medida con una utilización correcta del material, un manejo cuidadoso de la fórmula, y un adecuado control y seguimiento del paciente<sup>7</sup>. Las principales complicaciones posibles son:

##### Mecánicas relacionadas con la vía de administración

- ▶ Lesiones por presión: calibre y/o material de la sonda inadecuado (polivinilo).
- ▶ Movilización, extracción o colocación incorrecta de la sonda.
- ▶ Obturación de la sonda: se previene el lavado de la misma con agua después de cada administración y de la medicación.
- ▶ Sonda a través de estoma: dermatitis química periestomal por pérdidas gástricas; granuloma.

##### Infecciosas

- ▶ Otitis media o sinusitis por oclusión de la trompa de Eustaquio o del drenaje del seno, por lo que se alternará el orificio nasal con cada cambio de la sonda.
- ▶ Neumonía por aspiración pulmonar asociada a otros factores de riesgo: sedación, posición supina, ventilación mecánica, SNG mal colocada, retardo en el vaciamiento gástrico. Se puede pre-

venir con una elevación de la cabecera (30°-45°). Si es necesario se pueden utilizar procinéticos.

- ▶ Gastrointestinales por contaminación de la fórmula o equipo.

##### Metabólicas

- ▶ Alteración en el balance de líquidos y electrolitos. La retención de líquidos y la disminución de los niveles de P, K y Mg se presentan al re-alimentar rápidamente a un paciente desnutrido crónico, al igual que en pacientes adultos. Se deben normalizar los electrolitos séricos antes de iniciar la NE y comenzar con un 25% de los requerimientos, progresando en 3-5 días hasta el alcanzar 100%.
- ▶ Sobrehidratación o deshidratación.
- ▶ Hipoglucemia, sobre todo si no se cubren las necesidades o si se suspende la NE bruscamente. La hiperglucemia es más rara con NE.

##### Digestivas

- ▶ Náuseas, vómitos, distensión abdominal y diarrea, provocadas por:
  - Posición incorrecta de la sonda.
  - Velocidad de administración excesiva. Detener o disminuir el ritmo de la NE
  - Vaciamiento gástrico retardado.
  - Fórmula incorrecta: Cambiar de fórmula, revisar la osmolaridad.
  - Efecto secundario de otra medicación.
  - Íleo: Se pueden usar procinéticos.
  - Contaminación de la fórmula: Revisar normas de higiene de preparación .
- ▶ Estreñimiento: Puede estar provocado por ausencia de fibra, líquidos inadecuados, inactividad y fármacos.

##### Problemas evolutivos en la conducta alimentaria

Es frecuente el rechazo a la alimentación oral tras una NE prolongada. Resulta imprescindible un programa precoz de estimulación oral y, aún así, a veces se precisan técnicas de modificación de la conducta.

## 7. Nutrición parenteral

La NP debe iniciarse cuando no es posible o es insuficiente la NE, incluso aunque el niño presente buen estado nutricional hay que plantearla si existe alto riesgo de desnutrición. Los aportes totales se alcanzarán en 2-3 días. En caso de desnutrición, para evitar el síndrome de realimentación, se completará en 5-7 días.

### 7.1. Energía

Los requerimientos energéticos deben calcularse de manera individualizada, según la edad, estado nutricional y enfermedades concomitantes. Se calcula con las fórmulas que se muestran en la tabla 6<sup>17</sup>. El gasto energético total (GET) se calcula a partir del gasto energético en reposo (GER), multiplicado por el factor de actividad. Para calcular el gasto energético relativo a la actividad, el gasto energético en reposo se multiplica por una constante o factor. Para pacientes en coma o sedados se multiplica por 1, en pacientes sin movilidad por 1,2, y en pacientes con movilidad por 1,1-1,5, aunque generalmente se utiliza un valor de 1,1 ó 1,2.

Los pacientes pediátricos, por sus características, exigen consideraciones especiales según el grupo de población<sup>17</sup>.

### Lactantes de peso inferior a 9 kg

- ▶ GET (kcal/día)
  - 98,07\*P (kg) - 121,73
  - (10,66\* T (cm))\*(73,32\*P (kg)) - 635,08
- ▶ GER (kcal/día)
  - 84,5\*P (kg) - 117,33
  - (10,12\*T (cm)) + (61,02\*P (kg)) - 605,08

### Críticos

- ▶ GET = (17\*edad (meses)) + 48\*P (kg) \* (292\* Temperatura corporal (°C) - 9.677)\* 0,239

### Adolescentes obesos

- ▶ Chicos: (16,6\*P real (kg))\*(77\*T (metros)) + 572.
- ▶ Chicas: (7,4\*P real (kg)) ( 482\*T (metros)) + 217.

### 7.2. Macronutrientes

#### Proteínas

Se recomienda la utilización de soluciones de aminoácidos específicas en el caso de neonatos y recién nacidos, ya que están adaptadas a la inma-

**Tabla 6. Cálculo de los aportes de energía y electrolitos en nutrición parenteral**

GER	Schofield	Schofield	OMS	Harris-Benedict	
<b>Niños:</b>					
0-3 años	59,48*P - 30,33	0,167*P + 1.517,4*T - 617,6	60,9*P - 54	66,47 + 13,75*P + 5*T - 6,76*edad	
3-10 años	22,7*P + 505	19,6*P + 130,3*T + 414,9	22,7*P + 495	66,47 + 13,75*P + 5*T - 6,76*edad	
10-18 años	13,4*P + 693	16,25*P + 137,2*T + 515,5	12,2*P + 746	66,47 + 13,75*P + 5*T - 6,76*edad	
<b>Niñas:</b>					
0-3 años	58,29*P - 31,05	16,25*P + 1.023*T - 413,5	61*P - 51	655,10 + 9,56*P + 1,85*T - 4,68*edad	
3-10 años	20,3*P + 486	19,97*P + 161,8*T + 371,2	22,4*P + 499	655,10 + 9,56*P + 1,85*T - 4,68*edad	
10-18 años	17,7*P + 659	8,365*P + 465*T + 200	17,5*P + 651	655,10 + 9,56*P + 1,85*T - 4,68*edad	
<b>Electrolitos (kg/día)</b>					
	<b>RNPT</b>	<b>RNT</b>	<b>&lt; 1 año</b>	<b>1-11 años</b>	<b>12-15 años</b>
Sodio (mEq)	2-3*	2-4	2-4	2-3	60-150 diarios
Cloro (mEq)	2-3	2-4	2-4	2-3	60-150 diarios
Potasio (mEq)	1-3	2-3	2-3	2-3	60-120 diarios
Calcio (mg)	40-90	40-60	20-25	10-20	4,5-9
Fósforo (mg)	40-70	30-45	10-30	8-22	5-10
Magnesio (mg)	3-7	3-6	3-6	3-6	2,5-4,5
<b>*A partir de la 2ª semana de vida:3-6- mEq.</b>					

GER: gasto energético en reposo; P: peso; RNPT: recién nacido pretérmino; RNT: recién nacido a término; T: talla.

durez de sus sistemas enzimáticos. En el caso de niños mayores no existen estudios sobre la adecuación de estos preparados, pero tampoco esta clara la utilización de las soluciones de adultos. Se empieza con 1 g/kg/día y se aumenta a razón de 0,5 g/kg/día hasta alcanzar los requerimientos necesarios (tabla 7<sup>1)</sup>). Debe guardarse una relación kcal no proteicas por gramo de Nitrógeno de alrededor de 150, aproximadamente 12-15% de las calorías totales. Existen varias soluciones comercializadas de aminoácidos (Aminovent Infant 10%, Primene 10%, Trophamine 6%)<sup>19</sup>.

#### Hidratos de carbono y lípidos.

Con relación a las calorías no proteicas, se debe guardar una relación entre 25-40% de lípidos y 75-60% de hidratos de carbono.

La D-glucosa se utiliza exclusivamente como fuente de carbohidratos. Su aporte debe ser progresivo para evitar la hiperglucemia y la diuresis osmótica. Se tendrá especial cuidado con el ritmo de infusión (> 5 mg/kg/min (7,2 g/kg/día)) en los pacientes críticos<sup>20</sup> y en el caso de neonatos de muy bajo peso, donde se comenzará con infusiones de 3,5 mg/kg/min, y según tolerancia se aumenta 1 ó 2 mg/kg hasta un máximo de 12 mg/kg/min<sup>21</sup>. Los aportes de glucosa en la NP por edad se muestran en la tabla 7<sup>18</sup>.

Como aporte de lípidos existen emulsiones mixtas MCT/LCT, o las que contienen ácido oleico, con aceite de pescado o mezcla de este con MCT/LCT. Debe existir un aporte mínimo de ácidos grasos esenciales y semiesenciales, así como aportes suficientes de alfa-tocoferol para evitar la peroxidación. Las emulsiones basadas en aceite de soja contienen poca cantidad de alfa-tocoferol, al contrario que las soluciones mixtas

**Tabla 7. Aportes de proteínas, glucosa y lípidos en nutrición parenteral.**

<b>PROTEÍNAS</b>				
Edad	Gramos/kg de peso/día			
	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	1-2,5		2-2,5	
3-5 años	1-2		1,5-2	
6-12 años	1-2		1-1,5	
Adolescentes	1-2		1-1,5	
Críticos	Recomendados			
0-2 años	2-3			
2-13 años	1,5-2			
13-18 años	1,5			
<b>GLUCOSA</b>				
PESO	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Hasta 3 kg	10	14	16	18
3-10 kg	8	12	14	16-18
10-15 kg	6	8	10	12-14
15-20 kg	4	6	8	10-12
20-30 kg	4	6	8	Hasta 12
Más de 30 kg	3	5	8	Hasta 10
<b>LÍPIDOS</b>				
EDAD	Dosis inicial (g/kg/día)	Dosis máxima (g/kg/día)	Ritmo de infusión (g/kg/h)	
RNPT	0,5-1	3		
Lactantes	1	3-4	0,13-0,17	
Resto edades	1	2	0,08-0,13	

de MCT/LCT y las fórmulas a base de aceite de oliva. Estas últimas son más estables que las emulsiones LCT, poseen menor cantidad de peróxidos, y producen menos ácido araquidónico y derivados pro-inflamatorios. Las formulaciones a base de aceite de pescado mejoran las hepatopatías relacionadas con la NP. Las emulsiones a base de aceite de oliva y soja, aunque seguras, no proporcionan cantidades adecuadas de la serie omega 3. El uso rutinario de emulsiones con aceite de pescado no está recomendado por no disponerse de evidencias científicas que demuestren su mejoría<sup>18</sup>. Las emulsiones lipídicas también contienen vitamina K y E aunque su cantidad depende del tipo de lípido y del lote.

Las emulsiones al 20 % son más seguras que las del 10%, al producir menos riesgo de hiperlipemia por contener una menor relación fosfolípidos/triglicéridos. Un gran aporte de fosfolípidos se ha relacionado con hipertrigliceridemia y formación de partículas de aclaramiento lento. Las emulsiones lipídicas debería protegerse de la luz para evitar su degradación y la formación de sustancias tóxicas, especialmente para el neonato.

Son importantes los ritmos de administración, ya que sus efectos tóxicos se producen al administrarlos en tiempos cortos. Son seguros ritmos de infusión de 24 horas, y de 8-16 horas en caso de NP cíclica. Se recomienda empezar a velocidad 0,5-1 g/kg/día e ir aumentando a razón de 0,5-1 g/kg/día, para controlar la hipertrigliceridemia. Los aportes recomendados se muestran en la tabla 7<sup>17</sup>. En el caso de sepsis, hiperbilirrubinemia neonatal, trombocitopenia, insuficiencia hepática y enfermedades pulmonares, se reducirán los aportes hasta 0,5-1 g/kg/día. Los lípidos se deben administrar en soluciones ternarias, excepto en casos en que la NP sea inestable y en algunos RNPT. Cuando se administran por separado, en RNPT la velocidad de infusión de lípidos será menor a 0,12 g/kg/hora, y en el resto de las edades inferior a 0,15 g/kg/hora, con un máximo de 0,2 g/kg/hora.

Existe controversia en la administración de carnitina. Sus niveles descienden durante la administración prolongada de NP sin carnitina, especialmente en el recién nacido a término. No se han observado beneficios de su suplementación en la NP a nivel de la tolerancia a los lípidos, cetogénesis o ganancia de

peso<sup>22</sup>. Si existen déficits, la suplementación debería realizarse de forma individual en el caso de NP de más de 4 semanas de duración.

La administración de heparina no se recomienda sistemáticamente ya que no mejora la utilización de los lípidos<sup>19</sup>. En neonatos sí puede utilizarse la heparina, a la dosis de 0,5-1 UI/ml por disminuir la formación de fibrina en catéteres de larga duración, y por tanto la formación de adherencias bacterianas. Cuando se administra conjuntamente con lípidos y calcio puede desestabilizar la emulsión lipídica, al interaccionar las cargas negativas de la heparina con las positivas del calcio en la superficie de las gotículas de grasas. Este riesgo aumenta con la velocidad de infusión, la concentración de heparina, lípidos, o calcio. La composición de los distintos preparados utilizados en España se encuentra disponible en un documento de consenso reciente<sup>19</sup>.

### 7.3. Electrolitos, vitaminas y oligoelementos

Los aportes se ajustarán según edad, peso y situación clínica<sup>19</sup> (tabla 8). Se recomienda utilizar fosfato orgánico (glicerofosfato sódico) para suplementar los aportes necesarios y evitar precipitación con el calcio. Se conseguirá una mejor retención fosfocálcica con una relación calcio: fósforo molar de 1,1-1,3/1 o una relación por peso de 1,3-1,7/1. En los neonatos, donde las necesidades de calcio y fósforo son mayores, no se deben administrar en días alternos dado el riesgo de hipercalcemia e hipercalcemia cuando se omite el fósforo, y de hiperfosfatemia e hiperfosfatemia cuando se omite el calcio. Por tanto, el calcio y el fósforo deben administrarse conjuntamente para optimizar la mineralización ósea. En circunstancias de acidosis se deben administrar acetatos que se convierten en bicarbonato en el organismo.

Actualmente los preparados vitamínicos comerciales disponibles en España son el Soluvit (vitaminas hidrosolubles) y el Vitalípid (vitaminas liposolubles). El Soluvit se añade a la mezcla de NP sin lípidos, mientras que el Vitalípid a los lípidos (teniendo en cuenta los gramos de lípidos que aporta). El Infuvite Pediátrico, no está comercializado en España, se obtiene como medicamento extranjero, consta de dos viales, uno de 1 ml con folato, biotina y vitamina B12, y otro de 4 ml con el resto de vitaminas.

**Tabla 8. Aportes de vitaminas y oligoelementos en NP.**

Vitaminas	Recién nacido pretérmino (dosis/kg/día)	Lactante/niño (dosis/día)	
A (UI)	700-1.500 (enfermedad pulmonar: 1.500-2.800)	1.500-2.300	
E (mg)	3,5	7-10	
K (mcg)	8-10	50-200	
D (UI)	40-160	400	
Ascórbico (mg)	15-25	80-100	
Tiamina (mg)	0,35-0,5	1,2	
Riboflavina (mg)	0,15-0,2	1,4	
Piridoxina (mg)	0,15-0,2	1	
Niacina (mg)	4-6,8	17	
Pantoténico (mg)	1-2	5	
Biotina (mcg)	5-8	20	
Folato (mcg)	56	140	
B12 (mcg)	0,3	1	
Oligoelementos (mcg/kg/día)	RNPT	RNT-1año	Restos edades
Fe	100	100	1 mg/día
Zn	400	250 < 3 meses 100 > 3 meses	50 (máx. 5.000 mcg/día)
Cu	20	20	20 (máx. 300 mcg/día)
Se	2	2	2 (máx. 30 mcg/día)
Cr	0,2	0,2	0,2 (máx. 5 mcg/día)
Mn	1	1	1 (máx. 50 mcg/día)
Mo	0,25	0,25	0,25 (máx. 5 mcg/día)
I	1	1	1 (máx. 50 mcg/día)

Se reconstituyen conjuntamente en un volumen total de 5 ml. Los prematuros necesitan gran cantidad de vitaminas debido a sus grandes requerimientos o grandes pérdidas. No existen productos comercializados adaptados a sus necesidades, poseen insuficiente cantidad de vitamina A, a la vez que excesiva cantidad de vitamina C y riboflavina<sup>21</sup>.

Los preparados de oligoelementos disponibles para adultos poseen concentraciones de manganeso más elevadas que las necesarias en pediatría y una menor concentración de selenio. En España los oligoelementos pediátricos se obtienen a través de medicamentos extranjeros, como es el caso de Peditrace, que se asemeja a las necesidades de este tipo de pacientes. Los aportes recomendados de oligoelementos se recogen en la tabla 8<sup>19</sup>. Si el paciente lleva conjuntamente nutrición enteral, y en el caso de NP inferior a 4 semanas, no es necesario administrar oligoelementos, a excepción del zinc

que se aportará diariamente, el resto se añadirán cada 1-2 semanas. Se deberá tener especial cuidado con el zinc en el caso de diarreas, cuando se inicie la realimentación. En colestasis no se debe administrar cobre y manganeso y en insuficiencia renal aguda se deben suprimir selenio, cromo y molibdeno.

Cobre y manganeso deben retirarse si existen alteraciones hepáticas. En el caso del cobre se ha de tener en cuenta su presencia como contaminantes de la NP. El manganeso se suprime cuando la bilirrubina es mayor de 2 mg/dL. El cromo también es un contaminante y debería retirarse en caso de insuficiencia renal. El selenio es un componente importante de los sistemas enzimáticos antioxidante, con un papel importante en cuadros de enterocolitis necrotizante y displasia broncopulmonar. Los pacientes prematuros a menudo muestran déficit de selenio y una temprana suplementación puede disminuir las sepsis en este grupo. Los requerimientos de selenio en

prematuros de muy bajo peso son mucho mayores (5-7 mcg/kg/día), pero como el 75% se excreta en orina, en caso de IR debe suspenderse su aporte. El molibdeno también puede encontrarse como contaminante en la NP.

Los aportes de Zinc son de 400 mcg/kg para RNPT, y 250 mcg/kg/día para mayores de 3 meses, iniciando la suplementación al comienzo de la NP. El resto de oligoelementos deben añadirse a partir de la 2ª a la 4ª semana del inicio de NP. La mayoría de casos de bajas concentraciones de zinc se trata de neonatos sometidos a procesos quirúrgicos con terapia intravenosa prolongada.

No existen soluciones de oligoelementos adecuadas para la insuficiencia renal o hepática, por tanto para reducir la cantidad administrada de alguno de ellos se deberá disminuir el aporte del resto. La composición de los distintos preparados utilizados en España se puede encontrar en el documento de consenso antes mencionado<sup>19</sup>.

#### 7.4. Nuevos nutrientes

Son necesarios más estudios para demostrar la eficacia de los nuevos inmunonutrientes (arginina, glutamina, aminopéptidos, ácidos grasos omega 3...) en el paciente pediátrico<sup>23,24,25</sup>. A continuación se comentan algunas características de los inmunonutrientes más importantes:

- ▶ **Glutamina.** Es un aminoácido condicionalmente esencial, posee un papel fundamental en la morfología muscular, a nivel de la mucosa intestinal, en las células de división rápida y en el sistema inmune. Los estudios son limitados, en una revisión de la Cochrane en niños no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en mortalidad, infección, enterocolitis, o estancias hospitalarias<sup>20,21</sup>.
- ▶ **Alfa-cetoglutarato y beta-hidroxi-alfa-metilbutarato.** El alfa-cetoglutarato es un precursor del glutamato y de la glutamina y un sustrato central del ciclo de ácidos tricarbónicos, por lo que se cree que su adición sería capaz de mantener los niveles de glutamina en situaciones de estrés y de esta forma disminuir el catabolismo muscular. El beta hidroxibutirato es un metabolismo

normal de la leucina que se produce de forma endógena durante su oxidación, sobre todo en el músculo.

- ▶ **Arginina.** Es un aminoácido condicionalmente esencial en neonatos y niños en estados de gran catabolismo. Aunque puede actuar como mediador fisiológico de liberación de varias hormonas (hormona de crecimiento, prolactina, somatostatina, catecolaminas, la insulina), la formación de óxido nítrico en el curso de su metabolismo le ha dado mucha más importancia. El óxido nítrico inhibe la agregación plaquetaria, la regulación de la termogénesis, posee una acción vasodilatadora e interviene como agente citotóxico y citostático para ciertos gérmenes y células tumorales. En pediatría y neonatología, la Sociedad Española de Nutrición parenteral y Enteral, aconseja el uso de arginina en RNPT para prevenir la enterocolitis necrosante, sólo por vía enteral al no existir evidencias en la vía parenteral. Está presente a dosis importantes en todas las formulaciones de aminoácidos pediátricos.
- ▶ **Tirosina.** Proviene de la fenilalanina por hidroxilación esencial. En el caso disminuir la actividad hidroxilasa en el hígado se convierte en semiesencial. Este hecho ocurre en los pacientes prematuros.
- ▶ **Cisteína.** En la NP puede incrementar los niveles de taurina. Es un precursor del glutatión y se trata de un aminoácido condicionalmente esencial en neonatos pretérmino, que tienen los sistemas enzimáticos inmaduros y tienen dificultades para convertir la cisteína en metionina (aminoácido esencial). Las fórmulas de aminoácidos parenterales contienen pocas cantidades de este aminoácido debido a problemas de estabilidad.
- ▶ **Taurina.** Es un aminoácido que puede ser condicionalmente esencial en neonatos prematuros. En algún estudio observacional se ha sugerido que la suplementación de taurina en NP puede disminuir la incidencia de colestasis en neonatos y prevenir alteraciones retinianas, aunque son necesarios más estudios para demostrarlo.
- ▶ **Serina.** Es un precursor de la glicina y desempeña un papel importante en los procesos de remetilación

ción. Se considera indispensable en la insuficiencia renal crónica.

- ▶ **Histidina.** Es un aminoácido indispensable en la insuficiencia renal crónica, por mejorar el balance nitrogenado.
- ▶ **Glicina.** Posee actividad citoprotectora, antiinflamatoria e inmunomoduladora.
- ▶ **Citrulina.** Podría ser un aminoácido esencial en distintas situaciones de insuficiencia intestinal, y podría ser un marcador de la masa y de la función de los enterocitos.
- ▶ **Nucleótidos.** Forman parte del RNA y DNA, son importantes en el metabolismo energético en forma de ATP, y poseen muchas funciones biológicas. Como sustrato único, sin mezclar en dietas inmunomoduladoras, se han utilizado en leches infantiles, donde han actuado como estimulantes del crecimiento, al ejercer efectos positivos sobre el metabolismo lipídico, en la inmunidad y la reparación de los tejidos. El aporte por vía parenteral podría conservar la función de barrera de la mucosa intestinal, ayudar a restablecer la función hepática tras hepatectomía parcial y favorecer una mejor recuperación metabólica tisular producida por la isquemia o reperfusión cardiaca.
- ▶ **Lípidos.** Las emulsiones lipídicas ricas en ácidos grasos omega-3 son seguras y eficaces en los pacientes pediátricos. La administración de NP con lípidos durante largos periodos de tiempo (especialmente en niños con intestino corto) se ha relacionado con una mayor afectación hepática, aunque puede ser debido tanto al déficit de ácidos grasos como a un aporte excesivo de lípidos. Se ha estudiado el papel de este tipo de emulsiones en prevenir estas alteraciones, pero son necesarios más estudios para aconsejar su utilización en estos casos<sup>26</sup>.

## 7.5. Complicaciones

### A corto plazo

- ▶ Neumotórax, arritmias, perforación cardiaca, lesión del plexo nervioso, localización anómala del catéter, etc.
- ▶ Trombosis y oclusión: se puede obstruir el catéter, o puede ocurrir en el vaso alrededor del catéter, con riesgo de tromboembolismo. Tratamiento:
  - Retirada del catéter o heparinización sistémica
  - Obstrucción del catéter: sellar con uroquinasa 5.000 UI/ml, instilar de 1-3 ml según purgado del catéter y después de 30-60 minutos aspirar, repetir.
- ▶ Infecciones. Frecuente en niños menores de dos años. Se debe sospechar ante fiebre mayor a 38,5°, acidosis metabólica, trombocitopenia o alteraciones en el metabolismo de la glucosa.
- ▶ Alteraciones metabólicas: déficit o exceso de líquidos hiper/hipoglucemia, hipofosforemia, hipocalcemia, hipertrigliceridemia, etc.

### A largo plazo

- ▶ Complicaciones mecánicas: rotura, desplazamiento, salidas accidentales del catéter.
- ▶ Trombosis de los sistemas venosos, en caso de NP prolongada.
- ▶ Complicaciones óseas, hipercalciuria, metabolismo anormal de la vitamina D.
- ▶ Retraso de crecimiento.
- ▶ Complicaciones hepatobiliares: generalmente se manifiesta en forma de colestasis. Prevención y tratamiento:
  - Disminuir aporte de glucosa: Debe cubrir el 60-75% de calorías no proteicas. En RNT y hasta los 2 años no debe excederse los 13 mg/kg/min (18,7g/kg/día). En críticos, limitarse a 5 mg/kg/min (7,2 g/kg/día).
  - Lípidos: tener en cuenta el tipo y cantidad de lípidos, el contenido de fitoesteroles. Utilizar ácidos grasos omega-3. Limitar su aporte (menos de 1 g/kg/día), o incluso suspenderlos según grado de afectación.
  - Disminuir aportes de cobre y manganeso, si existe colestasis.
  - NP cíclica (generalmente en 8-12 horas).
  - A partir de los 3-6 meses de edad se debe vigilar la velocidad de infusión de la glucosa, que debe ser inferior o igual a

1,2 g/kg/hora (20 mg/kg/min). Disminuir el ritmo de infusión de la NP al inicio y al final para prevenir la hipo y la hiperglucemia. Empleo de soluciones de aminoácidos enriquecidas en taurina.

- Administrar nutrición enteral.
- Prevenir infecciones asociadas a catéter.
- Tratamiento del sobrecrecimiento bacteriano: antibióticos orales (metronidazol, neomicina, gentamicina, ciprofloxacino), se valorará el uso de procinéticos (eritromicina).
- Tratamiento con ácido ursodeoxicólico a dosis de 10-30 mg/kg/día.

## 8. Monitorización del soporte nutricional

La monitorización es fundamental para evitar complicaciones y asegurar un soporte nutricional correcto.

### Parámetros antropométricos

Neonatos: hay que tener cuenta el periodo de recuperación fisiológica del peso en los RN, desde 7 días en RNT a 12-17 días en < 1.000 g.

- ▶ Peso: diario en neonatos; el incremento deseado de ganancia de peso es: < 2.500 kg de 15 g/kg/día; 2,5-3,5 kg de 10 g/kg/día; > 3,5 kg de 7 g/kg/día.
- ▶ Talla y circunferencia craneal: al inicio y semanal (prematuros 1 cm/semana).

Resto de pacientes: peso, peso corregido por edad, talla corregida por edad, y circunferencia craneana corregida por edad al inicio y semanalmente.

### Examen físico, balance de fluidos, control de la ingesta, alteraciones de la función gastrointestinal

Diariamente.

### Parámetros bioquímicos

Glucosa, sodio, potasio, cloro, ácido-base, diariamente hasta que el paciente esté estable, después periodicidad semanal. En neonatos, además, glucosa en orina. En pacientes críticos y diabéticos control de la glucosa capilar. Hemograma calcio, fósforo, magnesio, urea, creatinina, pruebas de función hepática, prealbúmina/albumina y triglicéridos: al inicio y después semanal.

En los pacientes con NE, además, deben controlarse:

- ▶ Correcta posición de la sonda.
- ▶ Presencia de vómitos, reflujo o aspiración, distensión abdominal, alteración del volumen y consistencia de las heces.
- ▶ Control del volumen de residuo gástrico. Los resultados son contradictorios para prevenir la aspiración. La actual recomendación es realizarlo en RNPT y pacientes críticos. Si la NE es continua o intermitente, el control del volumen residual gástrico se hará cada 4 horas o antes de cada bolo. La nutrición se interrumpirá o se modificará el ritmo de infusión en el caso de que el volumen obtenido sea superior o igual al infundido en el periodo<sup>7</sup>.

## 9. Bibliografía

- [1] The WHO Child Growth Standards. [Acceso: 12-08-2013]. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/en/>
- [2] Martínez Costa C, Pedrón Giner C. Valoración del estado nutricional. En: Junta directiva de la SEGHN, editores. Protocolos diagnósticos terapéuticos de gastroenterología, hepatología y nutrición pediátrica. 2ª Edición. Barcelona. Ergón; 2010.
- [3] Conceptos básicos nutricionales y su aplicación. En: Infante Pina D, editor. Guía de nutrición pediátrica hospitalaria. Hospital Universitari Materno-Infantil Vall d'Hebron. Barcelona. 1ª Edición. Barcelona. Ergón; 2010.
- [4] Martínez Costa C. Requerimientos energéticos y nutritivos del niño. Recomendaciones dietéticas. En: Mesejo Arizmendi A, Martínez Valls JF y Martínez Costa C, editores. Manual básico de nutrición clínica y dietética. 2ª edición. Madrid. NestleHealthScience; 2011.
- [5] Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española, 2010. Act. Diet. 2010; 14(4):196-7.
- [6] García-Rodicio S, Calvo MV, Sirvent M, Sagalés M, Cervera M, Caba I, et al. Estándares de práctica del farmacéutico de hospital en el soporte nutricional especializado: desarrollo y criterios de evaluación. Proceso 3: Plan de cuidados nutricionales. Farm Hosp 2009; 33 (Supl. 1): 23-35.
- [7] Bankhead R, Boullata J, Brantley S, Corkins M, Guenter P, Krenitsky J, et al. A.S.P.E.N. Enteral nutrition practice recommendations. J Parenter Enteral Nutr. 2009 ;33(2):122-67.
- [8] Donald F, Opilla M. Enteral Access and Infusion Equipment. In: Merritt R, ed. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual. 2nd ed. Silver Spring, MD: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; 2005; 54-61.
- [9] Moreno Villares JM, Pedrón Giner C. Nutrición artificial en el paciente pediátrico. En: Gil Hernández A, ed. Tratado de nutrición, 2.ª ed. Madrid: Panamericana, 2010; 171-200.
- [10] Krzywda EA, Edmiston CE Jr. Parenteral Nutrition Access and Infusion Equipment. In: Merritt R, ed. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual. 2nd ed. Silver Spring, MD: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; 2005; 90-96.
- [11] Koletzko B, Baker S, Cleghorn G, Neto UF, Gopalan S, Hernell O, et al. Global standard for the composition of infant formula: recommendations of an ESPGHAN coordinated international expert group. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2005;41(5):584-599.
- [12] Kuschel C, Harding J. Multicomponent fortified human milk for promoting growth in preterm infants. Cochrane Database Syst Rev. 2004;1:CD000343.
- [13] Marian M, Carlson SJ. Enteral Formulations. In: Merritt R, ed. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Practice Manual. 2nd ed. Silver Spring, MD: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition; 2005;63-74.
- [14] Pickering LK, Granoff DM, Erickson JR, et al. Modulation of the immune system by human milk and infant formula containing nucleotides. Pediatrics.1998;101:242-249.
- [15] López Ruzafa E, Galera Martínez R, Cortés Mora P, Rivero de la Rosa MC, Blanca García JA. Fórmulas de nutrición enteral pediátrica. ¿Cómo elegir la adecuada?. Acta Pediatr Esp. 2011; 69(9): 393-402.
- [16] Ferrer Lorente B, Vitoria Miñana I, Dalmau Serra J. Indicaciones para las fórmulas lácteas especiales: fórmulas para problemas «menores», fórmulas sin lactosa y fórmulas de proteína de soja. Acta Pediatr Esp. 2009; 67(7): 333-337.
- [17] Martínez Costa C. Nutrición parenteral en pediatría. En: Mesejo Arizmendi A, Martínez Valls JF y Martínez Costa C, editores. Manual básico de nutrición clínica y dietética. 2ª edición. Madrid. NestleHealthScience; 2011.
- [18] Koletzko B.,Goulet O.,Hunt J., Krohn K.Shamir R. Guidelines on paediatric parenteral nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN). J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2005; 41 Suppl 2:51-87.
- [19] Gomis Muñoz P, Gómez López L, Martínez Costa C, et al. Documento de consenso SENPE7SEGHNP7SEFH sobre nutrición parenteral pediátrica. Nutrición Hospitalaria 2007;22:710-9. Texto completo disponible en: [http://www.nutricionhospitalaria.com/Documento\\_de\\_consenso.pdf](http://www.nutricionhospitalaria.com/Documento_de_consenso.pdf).
- [20] Menta N., Compher C and A.S.P.E.N. Board of Directors. A.S.P.E.N Clinical Guidelines: Nutrition Support of the Critically Ill Child. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2009; X: 33-260.
- [21] Schanler RJ, Abrams SA. Parenteral nutrition in premature infants. UpToDate. Kim MS.2012. [Acceso: 12-07-2013]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/contents/parenteral-nutrition-in-premature-infants>.
- [22] Cairns PA., Stalker DJ. Suplementos de carnitina en recién nacidos alimentados por vía parenteral (Revisión Cochrane traducida) En : la Biblioteca Cochrane Plus, 2008, Nº 2. Oxford: Update Software Ltd. Último acceso octubre 2012. Disponible en: <http://www.update-software.com>.
- [23] Crabtree U. Inmunonutrición: 2ª parte. Revista Gastrohnp. 2010; 12:120-125.
- [24] Ortiz Leyba C. y Cervera Peris M. Nuevos nutrientes en nutrición enteral y parenteral. En: Gil A. Editores. Tomo IV Nutrición Clínica. Tratado de Nutrición. 2ª edición. Madrid. Editorial médica panamericana. 2010 .
- [25] Yanrandi S., Zhao V, Hebbar and Zieg T. Aminoacid composition in parenteral nutrition: what is the evidence?.Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2011;14(1):75-82.
- [26] Fallon EM, Le HD, Puder M. Prevention of parenteral nutrition associated liver disease role of omega 3 fish oil. Curr Opin Organ Trasplant 2010; 15 suppl 3:334-40.



Con la colaboración de:

