

Farmacoterapia del paciente pediátrico.

Particularidades, aspectos nutricionales e infecciones.

12

Nutrición artificial en el paciente pediátrico. Nutrición parenteral.

Autores:

Dra. Silvia M^a Meavilla Olivas; Médico del Servicio de Gastroenterología en el Hospital St. Joan de Déu. (Barcelona).

Dra. Esperanza Natividad Castejon Ponce; Médico del Servicio de Gastroenterología en el Hospital St. Joan de Déu. (Barcelona)

Dr. Miquel Villaronga Flaque; Farmacéutico adjunto del Servicio de Farmacia del Hospital Sant Joan de Deu. Barcelona

CONTENIDO

Introducción.	2
Indicaciones de nutrición parenteral en el paciente pediátrico	2
Requerimientos energéticos, de nutrientes y fluidos en el niño y el adolescente	3
Vías de acceso y dispositivos de administración.....	10
Monitorización en la nutrición parenteral	11
Complicaciones de la nutrición parenteral	12
Componentes de la nutrición parenteral en pediatría	13
Nutrición parenteral y fármacos	17
Bibliografía	18

Introducción: concepto

Como ya se refirió en el capítulo anterior, sobre nutrición enteral, el soporte nutricional especializado consiste en proporcionar los nutrientes necesarios, con propósito terapéutico, para mantener y/o restaurar el estado nutricional óptimo y de salud, bien sea por vía oral, enteral o parenteral¹. En el caso de la nutrición parenteral se administra, a través de un acceso venoso y mediante un catéter específico, una composición determinada de macro y micronutrientes en un volumen concreto.

Cuando nos planteamos el soporte nutricional especializado, la nutrición enteral será la de elección, siempre y cuando el tracto gastrointestinal sea funcionante, pero para aquellos pacientes en los que éste se ve alterado y la administración de nutrición enteral es nula o no cubre las necesidades del niño, deberemos usar la vía parenteral.

A la hora de elaborar un plan terapéutico en el niño hay que tener en cuenta sus peculiaridades, que lo hacen diferente del adulto, y es que no solo hay que cubrir los requerimientos para mantener sus funciones basales, si no que además, hay que administrar la energía y nutrientes suficientes para proporcionarle un adecuado crecimiento y desarrollo. Necesidades que son muy diferentes dependiendo de la edad y de la situación clínica del niño.

Asimismo tendremos en cuenta el tiempo previsto que el paciente va a necesitar la nutrición parenteral, ya que no es un tratamiento exento de riesgos.

Indicaciones de nutrición parenteral en el paciente pediátrico

El inicio de la nutrición parenteral (NP) va a estar condicionado por la edad del paciente, su estado nutricional y su patología de base. La edad del paciente es fundamental, ya que las necesidades y las reservas varían enormemente con la edad. Así como en el recién nacido ha de iniciarse en el primer día de vida, en el resto de la edad pediátrica se inicia si se espera que vaya a haber un periodo de más o igual a 5-7 días de ayuno^{2,3}. Una vez iniciada, deberá mantenerse mientras se inicia o se continúa con la nutrición enteral, hasta que esta alcance al menos dos tercios de las necesidades del paciente².

Las patologías en las que con más frecuencia se indica la administración parenteral en pediatría son las siguientes^{2,4,5}:

Patología digestiva:

- Patología digestiva quirúrgica: fístula traqueoesofágica, atresia intestinal, alteraciones de la pared intestinal (gastrosquisis, onfalocele), ileo meconial, malrotación y vólvulo, enfermedad de Hirschsprung extensa, hernia diafragmática.

- Malabsorción intestinal: enterostomía proximal, diarrea intratable de la infancia, diarrea grave prolongada, fístula enterocutánea, algunas inmunodeficiencias.

- Alteraciones de la motilidad intestinal: síndrome de pseudobstrucción crónica idiopática, enteritis rágida, peritonitis plástica.

- Otras: Enfermedad inflamatoria intestinal con o sin fístulas, síndrome de intestino corto, enterocolitis necrotizante, isquemia intestinal, sangrado digestivo masivo, vómitos incoercibles, pancreatitis aguda, fístula pancreática, colitis pseudomembranosa, vasculitis con afectación digestiva, íleo paralítico, mucositis o enteritis grave tras quimioterapia, insuficiencia hepática.

Patología extradigestiva:

- Cualquier paciente desnutrido o con riesgo nutricional en el que esté contraindicada la nutrición enteral.

- Recién nacidos: los recién nacidos con bajo peso al nacimiento constituyen el grupo más numeroso de pacientes pediátricos que reciben nutrición parenteral. Prematuridad. Asfixia perinatal, síndrome de distress respiratorio.

- Situaciones de hipercatabolismo: gran quemado, paciente politraumatizado grave, traumatismos craneoencefálicos (fase inicial), sepsis, fallo multiorgánico.

- Errores congénitos del metabolismo, tanto en el debut como en las descompensaciones.

- Otros: insuficiencia renal grave, caquexia cardíaca, displasia broncopulmonar, trasplante de órgano sólido o médula ósea, inestabilidad hemodinámica grave, anorexia nerviosa, fibrosis quística, quilotorax, ascitis quillosa.

La mayoría de las veces la indicación de la nutrición parenteral es por un periodo corto de tiempo (5-15 días), pero en determinadas patologías como el síndrome del intestino corto o diarrea intratable, este tratamiento es necesario durante meses e incluso años.

Requerimientos energéticos, de nutrientes y fluidos en el niño y el adolescente

Requerimientos energéticos

Dadas las características específicas del paciente en la edad pediátrica, hay que calcular las necesidades energéticas de forma individual, teniendo en cuenta su edad, su estado nutricional y su patología, tanto la basal como la causante de la necesidad de administrar la nutrición parenteral. Las necesidades energéticas del niño van a incluir³:

- Gasto energético en reposo (GER) energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo.

- Termogénesis inducida por la dieta: gasto producido por la digestión y absorción de los nutrientes. Normalmente supone un 10% de las necesidades diarias.

- Actividad física: cantidad de energía utilizada para los movimientos y la actividad física diaria. Normalmente el gasto energético en reposo se multiplica por una constante determinada dependiendo del tipo de actividad que realice el paciente, las más habituales son: GER x 1 durante el sueño; GER x 1,2 si está tumbado o sentado tranquilamente, GER x 1,4-1,5 para actividades sentado o de pie. En caso de situación de estrés añadida habría que multiplicar por: 1,1-1,3 si fiebre, 1,1 si cirugía menor, 1,2 si cirugía mayor, 1,2 si infección leve, 1,4 si infección moderada y 1,6 si infección grave.

- Crecimiento: energía utilizada para crecer. Esta energía va siendo menor a medida que el niño va creciendo.

- Corrección del estado de malnutrición si precisa. Se puede calcular teniendo en cuenta el peso y la talla en percentil 50 para su edad, o bien basándose en su peso actual x 1,2-1,5 o incluso x 2, dependiendo del grado de malnutrición.

Lo ideal sería poder hacer una calorimetría indirecta a todos los pacientes para poder ajustar de forma precisa la alimentación a las necesidades del paciente, pero esto no es posible en la mayoría de los hospitales, por lo que se suelen utilizar fórmulas para hacer una estimación de las necesidades, y a partir de ahí se aplican los factores de corrección de actividad física/enfermedad. Existen diferentes fórmulas. Las de la OMS, Harris-Benedict, Schofield, siendo estas últimas las más utilizadas, por ser las que más se ajustan a la realidad, asumiendo que tampoco son totalmente exactas. De forma aproximada también se pueden calcular las necesidades siguiendo las indicaciones de la tabla 2, por grupos de edad.

Tabla 1. Ecuación de Schofield para calcular el GER (Kcal/día) ⁶.

Edad	Schofield	Fórmula
0-3 años niño	Peso	$59,48 \times \text{Peso en Kg} - 30,33$
0-3 años niña	Peso	$58,29 \times \text{Peso en Kg} - 31,05$
0-3 años niño	Peso y talla	$0,167 \times \text{Peso en Kg} + 1517,4 \times \text{Talla en metros} - 617,6$
0-3 años niña	Peso y talla	$16,25 \times \text{Peso en Kg} + 1023,2 \times \text{Talla en metros} - 413,5$
3-10 años niño	Peso	$22,7 \times \text{Peso en Kg} + 505$
3-10 años niña	Peso	$20,3 \times \text{Peso en Kg} + 486$
3-10 años niño	Peso y talla	$19,6 \times \text{Peso en Kg} + 130,3 \times \text{Talla en metros} + 414,9$
3-10 años niña	Peso y talla	$16,97 \times \text{Peso en Kg} + 161,8 \times \text{Talla en metros} + 371,2$
10-18 años niño	Peso	$13,4 \times \text{Peso en Kg} + 693$
10-18 años niña	Peso	$17,7 \times \text{Peso en Kg} + 659$
10-18 años niño	Peso y talla	$16,25 \times \text{Peso en Kg} + 137,2 \times \text{Talla en metros} + 515,5$
10-18 años niña	Peso y talla	$8,365 \times \text{Peso en Kg} + 465 \times \text{Talla en metros} + 200$

Tabla 2. Necesidades energéticas parenterales por grupos de edad ³.

Edad en años	Kcal/Kg de peso y día
Prematuro	110-120
0-1	90-100
1-7	75-90
7-12	60-75
12-18	30-60

De forma práctica la mayoría de los pacientes que precisan nutrición parenteral hospitalaria precisan un 100-120% de su GER, llegando al 130-150 % en aquellos pacientes con un compromiso importante de su estado nutricional.

Una vez calculadas las necesidades del paciente, habrá que tener en cuenta cómo se distribuye esa energía, separando las calorías no proteicas (lípidos e hidratos de carbono) de las proteicas, teniendo en cuenta que la relación recomendada por cada gramo de nitrógeno ha de ser 150-200 Kcal no proteicas, y que un gramo de proteína equivale a 1 gramo de nitrógeno x 6,25. Una vez establecida la necesidad proteica del paciente podremos saber a cuantos gramos de nitrógeno corresponde (se obtendrán de dividir los gramos de proteína entre 6,25). Sabiendo los gramos de proteína que hay que proporcionar al paciente podemos conocer las Kcal a las que

corresponde, multiplicando los gramos de proteína por 4 Kcal, y si lo restamos de las necesidades calóricas totales, obtendremos las Kcal no proteicas. Dividiendo las calorías no proteicas entre los gramos de nitrógeno obtendremos la relación calorías no proteicas/gramos de nitrógeno.

Requerimientos de líquidos y electrolitos

La composición corporal del recién nacido se va modificando a lo largo de la vida hasta llegar a ser la del adulto, pasando de un 75 % de agua al nacimiento hasta el 50% en el adulto. Esto hace que los requerimientos tanto de agua como de electrolitos se vayan modificando a lo largo de la vida, disminuyendo a medida que el niño va creciendo.

Cuando nace un niño, sufre una adaptación de su metabolismo hidroelectrolítico, debido a las pérdidas insensibles de agua aumentadas y la termorregulación, unido al cese del intercambio feto-placentario, que habrá que tener en cuenta para ajustar sus necesidades³. Así se pueden diferenciar tres fases:

Fase de transición: se caracteriza por un periodo de oliguria relativa, seguida de una de poliuria. Debido al aumento de las pérdidas transcutáneas consecuencia de la inmadurez de la piel, y la natriuresis mantenida de la vida fetal. Suele durar los 3-6 primeros días de vida, y termina con la pérdida de peso máxima (máximo 10% del peso al nacimiento)³.

Fase intermedia: en esta fase disminuyen las pérdidas insensibles por la piel y el volumen urinario (menos de 1-2 ml/Kg/hora) junto con la excreción de sodio, los riñones son capaces de concentrar más la orina. Dura entre 5-15 días, completándose cuando se recupera el peso al nacimiento³.

Fase de crecimiento estable: el niño aumenta de peso de forma continua, con balance positivo de agua y sodio. La suplementación de Cl⁻ en esta fase se hace siguiendo a la de Na⁺ y K⁺³.

A continuación se muestran las recomendaciones de líquido y electrolitos desde el nacimiento hasta la edad adulta, tablas 3–7.

Tabla 3. Necesidades de líquidos en ml/Kg de peso y día durante la primera semana postnatal³.

	1er día	2º día	3er día	4º día	5º día	6º día
Recién nacido término	60-120	80-120	100-130	120-150	140-160	140-180
Prematuro P > 1500 g	60-80	80-100	100-120	120-150	140-160	140-160
Prematuro P < 1500 g	80-90	100-110	120-130	130-150	140-160	160-180

Tabla 4. Necesidades de electrolitos en mmol/Kg de peso y día durante la primera semana postnatal³.

Na⁺	0-3
K⁺	0-2
Cl⁻	0-5

Tabla 5. Necesidades de líquidos y electrolitos durante la fase intermedia (5-15 primeros días de vida) ³.

Edad gestacional	Líquidos ml/Kg/día	Na ⁺ mmol/Kg/día	K ⁺ mmol/Kg/día	Cl ⁻ mmol/Kg/día
Recién Nacido término	140-170	2-5	1-3	2-3
Prematuro P > 1500 g	140-160	3-5	1-3	3-5
Prematuro P < 1500 g	140-180	2-3 (5)	1-2	2-3

Tabla 6. Necesidades de líquidos y electrolitos durante el primer mes de vida con crecimiento estable³.

Edad gestacional	Líquidos ml/Kg/día	Na ⁺ mmol/Kg/día	K ⁺ mmol/Kg/día
Recién Nacido término	140-160	2-3	1,5-3
Prematuro	140-160	3-5 (7)	2-5

Tabla 7. Necesidades de líquidos y electrolitos tras el primer mes de vida³.

Edad gestacional	Líquidos ml/Kg/día	Na ⁺ mmol/Kg/día	K ⁺ mmol/Kg/día
Lactantes > 1 mes	120-150 (180)	2-3	1-3
1-2 años	80-120 (150)	1-3	1-3
3-5 años	80-100	1-3	1-3
6-12 años	60-80	1-3	1-3
13-18 años	50-70	1-3	1-3

En el niño se pueden calcular también las necesidades de líquidos mediante la fórmula de Holliday-Segar:

Primeros 10 kg: 100 ml/Kg.

Siguientes 10 kg (de 11 a 20 kg): 50 ml/kg añadidos a los ml de los 10 primeros Kg.

A partir de los 20 kg: se añaden 20 ml/Kg a los cálculos previos.

Usemos las recomendaciones o la fórmula, en cualquier caso habrá que tener en cuenta las características propias de cada paciente (circunstancias clínicas, requerimientos extras, pérdidas, retención de líquidos).

Requerimientos de Macronutrientes

Aminoácidos

Las proteínas se suministran en la parenteral a través de soluciones de aminoácidos, y deben suponer entre un 12-16% de las necesidades calóricas totales. Los requerimientos de aminoácidos se basan en la cantidad necesaria para prevenir un balance nitrogenado negativo en

el paciente, que permita desarrollar correctamente las funciones del organismo, sin provocar un efecto dañino para el mismo. Así las recomendaciones son las que se muestran en la tabla 8. A través de las soluciones de aminoácidos de la parenteral hay que administrar tanto los aminoácidos esenciales (necesariamente los tenemos que administrar ya que no se pueden sintetizar en el organismo), los no esenciales (los sintetizamos en nuestro organismo), y los condicionalmente esenciales (aquellos que se pueden sintetizar, pero cuya síntesis se encuentra limitada en determinadas circunstancias, como ocurre en el recién nacido prematuro por la inmadurez de algunas enzimas encargadas de la síntesis de determinados aminoácidos).

Tabla 8. Requerimientos proteicos parenterales según la edad en gramos /Kg de peso/día ^{2, 3, 5}.

Edad	Límites	Recomendaciones
Recién nacido pretérmino	1,5 - 4	2,5 - 3,5
Recién nacido 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

*Paciente crítico hasta 3 g/Kg/día

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono (HC) suponen la fuente fundamental de calorías no proteicas en la nutrición parenteral, además de ser el nutriente que más contribuye a la osmolaridad de la preparación. El hidrato de carbono utilizado es la D-glucosa (dextrosa). Normalmente suponen entre un 60-75% de las calorías no proteicas. Se debe administrar la cantidad de HC adecuada para cada paciente, dependiendo de su edad y estado clínico, ya que la tolerancia a la glucosa va a variar dependiendo de estos. La administración de glucosa no ha de superar la capacidad máxima de oxidación de la misma, de ahí las recomendaciones que se muestran en la tabla 9. Esto puede ocurrir cuando queramos administrar la misma parenteral en un menor tiempo de forma intermitente (nutrición parenteral ciclada), por lo que cuando queramos iniciar este tipo de infusión tendremos que tener en cuenta que el ritmo máximo de infusión de glucosa no supere el 1,2 g/ Kg/hora (20 mg/Kg/minuto), aumentando el ritmo de forma progresiva, igual que haríamos para ir disminuyendo el ritmo, y así evitar las hiper/hipoglucemias³.

Tabla 9. Requerimientos de glucosa parenterales según la edad³.

Edad	Dosis inicial g/Kg/día (mg/Kg/minuto)*	Dosis máxima g/Kg/día (mg/Kg/minuto)**
Recién nacido prematuro	6-12 (4-8)	16-18 (11-12)
Lactantes- 2 años	7-10 (5-7)	16-18 (11-12)
> 2 años	4-7 (3-5)	10-14 (8-10)

* En el niño crítico la administración de glucosa no debe ser mayor a 5 mg/K/minuto

** Ajustar dosis en caso de administrar medicación que interfiera con el metabolismo de los HC (Corticoides, tacrolimus, análogos de la somatostatina)

Lípidos

Son fundamentales, ya que van a proporcionar los ácidos grasos esenciales, que en el organismo no se pueden sintetizar, y constituyen una fuente de energía no proteica que evita la necesidad de aumentar la energía a base de hidratos de carbono. Hay que evitar administrar más de 18g/Kg/día de HC en lactantes, ya que estas cantidades inducen la lipogénesis. Se recomienda administrar entre un 25-40% de la energía no proteica en forma de lípidos. Atendiendo a la edad los requerimientos se muestran en la tabla 10. La dosis máxima recomendada se basa en la capacidad de aclaramiento lipídico, para cuya monitorización es muy útil el valor de los triglicéridos en plasma (límite de 250 mg/dl en recién nacidos, y de 400 mg/dl en el resto). La cantidad de lípidos administrada se realizará de forma progresiva aumentando de 0,5-1 g/Kg/día para una mejor monitorización, no porque la tolerancia sea mejor^{3,4}.

Para evitar el déficit de ácidos grasos esenciales hay que asegurar un mínimo de ácido linoleico de 0,25 g/Kg en recién nacidos prematuros, y de 0,1 g/Kg/día en recién nacidos término, lactantes y niños³.

Existen situaciones clínicas en las que hay que monitorizar de forma más estrecha los niveles de triglicéridos en plasma, para ajustar de forma óptima los requerimientos; este es el caso del paciente crítico o infectado, con fallo respiratorio, con trombocitopenia inexplicada o con colestasis asociada al uso de nutrición parenteral³.

La carnitina facilita el transporte de los ácidos grasos de cadena larga al interior de la mitocondria, donde se va a realizar la beta oxidación de los ácidos grasos. Es sintetizada en el hígado y en el riñón a partir de los aminoácidos esenciales lisina y metionina, pero tres cuartas partes proceden de la dieta, por lo que su síntesis endógena es insuficiente para suplir las necesidades del organismo en pacientes con nutrición parenteral. A pesar de ello la suplementación con carnitina de forma rutinaria en estos pacientes es controvertida, y sólo se recomienda valorar la suplementación en aquellos pacientes que reciban parenteral durante más de 4 semanas, a dosis de 5-30 mg/Kg/día^{3,5}.

Tabla 10. Requerimientos de lípidos parenterales según la edad^{2,3}.

Edad	Aportes máximos (g/Kg/día)	Ritmo de infusión (g/Kg/h)*
Lactantes (incluidos prematuros)	3 - 4	0,13 - 0,17
Niños	2 - 3	0,08 - 0,13

*La administración rápida de lípidos puede originar un “síndrome de sobredosis grasa” que puede cursar con coagulopatía, hepatomegalia, aumento de las enzimas pancreáticas, hiperbilirrubinemia, distrés respiratorio y trombocitopenia.

Requerimientos de Micronutrientes: Minerales, Oligoelementos, y vitaminas.

Al igual que ocurre con el resto de nutrientes de la nutrición parenteral, la dosis recomendada de minerales, oligoelementos y vitaminas dependerá de la edad del paciente y de su situación clínica, ya que en determinadas circunstancias se ha de limitar el aporte de algunos

oligoelementos y vitaminas, como es el caso del cobre y manganeso en casos de colestasis, y el selenio, cobre, molibdeno, zinc y vitamina A en los pacientes con insuficiencia renal que no estén en tratamiento con diálisis². La mayoría de preparados son compuestos de varios oligoelementos y vitaminas, por lo que el déficit de algún elemento o vitamina concreto es difícil de tratar de forma parenteral. De forma aislada se puede administrar calcio, fósforo, magnesio, hierro, selenio y zinc. La relación Calcio/Fósforo recomendada es 1,1-1,3/1 para obtener una adecuada retención fosfocálcica. A continuación se muestran las recomendaciones de cada uno de los grupos (tablas 11-13).

Tabla 11. Recomendaciones de minerales en la nutrición pediátrica².

Mineral	Recién nacido pretérmino (Kg/día)	Recién nacido término (Kg/día)	Lactante < 1 año (Kg/día)	1-11 años (Kg/día)	12-15 años (Kg/día)
Calcio	40 - 90 mg 1 - 2,25 mmol 2 - 4,5 mEq	40 - 60 mg 1 - 1,5 mmol 2 - 3 mEq	20 - 25 mg 0,5 - 0,6 mmol 1 - 1,2 mEq	10 - 20 mg 0,25 - 0,5 mmol 0,5 - 1 mEq	4,5 - 9 mg 0,12 - 0,2 mmol 0,2 - 0,4 mEq
Fósforo	40 - 70 mg 1,3 - 2,25 mmol 2,6 - 4 mEq	30 - 45 mg 1 - 1,5 mmol 2 - 3 mEq	10 - 30 mg 0,3 - 1 mmol 0,6 - 2 mEq	8 - 22 mg 0,25 - 0,7 mmol 0,5 - 1,5 mEq	5 - 10 mg 0,16 - 0,3 mmol 0,3 - 0,6 mEq
Magnesio	3 - 7 mg 0,12 - 0,3 mmol 0,25 - 0,6 mEq	3 - 6 mg 0,12 - 0,25 mmol 0,25 - 0,5 mEq	3 - 6 mg 0,12 - 0,25 mmol 0,25 - 0,5 mEq	3 - 6 mg 0,12 - 0,25 mmol 0,25 - 0,5 mEq	2,5 - 4,5 mg 0,1 - 0,2 mmol 0,2 - 0,4 mEq

Tabla 12. Recomendaciones de oligoelementos en la nutrición parenteral pediátrica².

Elemento	Recién nacido pretérmino (mcg/Kg/día)	Recién nacido término – 1 año (mcg/Kg/día)	Resto de edades (mcg/Kg/día)
Fe	100	100	1 mg/día
Zn	400	250 < 3 meses 100 > 3 meses	50 (máximo 5000 mcg/día)
Cu	20	20	20 (máximo 300 mcg/día)
Se	2	2	2 (máximo 30 mcg/día)
Cr	0,2	0,2	0,2 (máximo 5 mcg/día)
Mn	1	1	1 (máximo 50 mcg/día)
Mo	0,25	0,25	0,25 (máximo 5 mcg/día)
I	1	1	1 (máximo 50 mcg/día)

Tabla 13. Recomendaciones de vitaminas en la nutrición parenteral pediátrica^{2,7}.

Vitamina	Recién nacido pretérmino (dosis/Kg/día)	Lactante-niño (dosis/día)
Vitamina A (UI)	700-1500	1500-2300
Vitamina E (mg)	3,5	7-10
Vitamina K (mcg)	8-10	50-200
Vitamina D (UI)	40-160	400
Ácido Ascórbico (mg)	15-25	80-100
Tiamina (mg)	0,35-0,5	1,2
Riboflavina (mg)	0,15-0,2	1,4
Piridoxina (mg)	0,18-0,2	1
Niacina (mg)	4-6,8	17
Ácido Pantoténico (mg)	1-2	5
Biotina (mcg)	5-8	20
Ácido fólico (mcg)	56	140
Vitamina B12 (mcg)	0,3	1

Equivalencias 1mcg de vitamina A : 3,3 UI; 1 mcg de Vitamina D: 10 UI

Vías de acceso y dispositivos de administración ^{2,3}

Hay dos tipos de accesos venosos, el central y el periférico y son las necesidades de la nutrición parenteral las que van a determinar la vía de administración .

Se considera una vía periférica cualquier acceso venoso menor en extremidades o epicraneales y cualquier dispositivo central que no llegue al territorio de la vena cava superior o inferior. Se puede elegir esta vía cuando el tiempo estimado de administración sea corto y cuando la osmolaridad de la Nutrición parenteral (NP) sea inferior a 800 mOsm/L. Los inconvenientes de utilizar este acceso son las frecuentes pérdidas de vías y las flebitis. Clínicamente la tromboflebitis se caracteriza por una inflamación en la zona de inserción de la vía, con calor, rubor y dolor . Se ha descrito que la probabilidad de tromboflebitis es superior al 50 % en las vías de más de 4 días de duración. De manera que en algunos protocolos recomiendan cambiar la vía a las 72 horas. En otros centros recomiendan la administración de heparina 1 UI/mL para disminuir el riesgo de tromboflebitis. Los dispositivos empleados son tipo Abbocath® de diferentes tamaños según el paciente (de 18- 24 G). Un mayor diámetro permite una velocidad de administración mayor.

La vía central es de elección cuando se prevé una duración prolongada de NP y cuando la osmolaridad es superior a 800 mOsm/L.

El tipo de dispositivo se elegirá en función del tiempo estimado de duración:

1. Aquellos que van a precisar de NP durante un tiempo limitado o durante un ingreso hospitalario
 - Catéteres de doble o triple luz tipo "Arrow"
 - En neonatos, catéteres de silicona flexibles tipo "Jonathan" que se introducen por vías periféricas y se hacen progresar hasta vena cava superior o inferior .

- En niños mayores , catéteres tipo " Drum" que se introducen por vía periférica y se hacen progresar hasta la vena cava superior o inferior
2. Pacientes que van a recibir NP de forma prolongada (>3meses)
- Catéteres de una sola luz de hule siliconado con trayecto subcutáneo y dispositivo de fijación subcutánea tipo Broviac® o Hickman®
 - Dispositivos tipo porth-cath®

La elección de la vía es en función de la técnica de venopunción, el riesgo de complicaciones mecánicas, la comodidad en la manipulación de las vías y el riesgo de trombosis. Las de elección son : la subclavia, yugular externa, yugular interna y la femoral. La más utilizada en pediatría es la subclavia. La yugular es de difícil manejo de enfermería y la femoral tiene mayor riesgo de contaminación y de trombosis.

Métodos de infusión

Existen dos formas de administrar la NP:

1. Continua: Es la más utilizada en pediatría y en NP de corta duración. Se administra a lo largo de 24 horas
2. Cíclica: La administración de la nutrición se realiza en periodos más cortos de tiempo (de 8-18 horas). Se emplea en pacientes con NP prolongada, domiciliaria o con afectación hepática. Las ventajas de su uso son aportar mayor autonomía al paciente y desde el punto de vista metabólico favorecer la movilización de las reservas grasas, produciéndose menor infiltración hepática y protegiéndolo. El ciclado debe ser progresivo y vigilando la glucemia previa al reinicio de la nutrición parenteral. Normalmente es bien tolerado en la mayoría de los pacientes, incluso en los más pequeños.

Monitorización en la nutrición parenteral

La vigilancia estrecha de los pacientes desde el punto de vista clínico y analítico disminuye el número de complicaciones. Esta vigilancia debe realizarse al inicio y, posteriormente, la frecuencia será en función de las características del paciente. Al principio se realizan controles clínicos observando la tolerancia de la nutrición, el balance de líquidos, la aparición de edemas y la ganancia ponderal.

Los controles analíticos serán mas exhaustivos al inicio disminuyendo posteriormente cuando haya una estabilidad.

Tabla 14. Controles NP

	Inicial	Estabilidad
Glucosuria	8-12 horas	Cada 24 h
Glucemia	8-12 horas	2-3 semanas
Equilibrio ácido- base	24 horas	1-2 semanas
Ionograma	24 horas	1-2 semanas
Fosfatasa alcalina , magnesio	2 semanas	1-2 semanas
Hemograma	semanal	1-2 semanas
Albumina, prealbumina	semanal	semanal
Triglicéridos , colesterol	semanal	1-2 semanas
Hierro, folatos , vitamina B₁₂, vitaminas liposolubles	mensual	Variable
AST/ALT/GGT	semanal	1-2 semanas
Función renal	semanal	Variable

COMPLICACIONES DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL ^{8,9}

Las complicaciones pueden estar asociadas a los catéteres centrales , ser complicaciones metabólicas o psicosociales. Las complicaciones mas frecuentes en pediatría son las infecciones , las complicaciones hepáticas y la enfermedad metabólica ósea .

Complicaciones asociadas a los catéter venoso central (CVC)

- Complicaciones en relación con la inserción del catéter: neumotórax, laceración de un vaso, arritmias, perforación cardíaca con taponamiento, embolia aérea, lesión de un plexo nervioso o localización anómala del catéter.
- Rotura o desplazamiento accidental del catéter.
- Infecciones: es una de las complicaciones más comunes y puede ser muy grave. Se debe sospechar ante fiebre, acidosis metabólica, trombocitopenia o alteraciones de la glucemia en ausencia de otro foco en la exploración.
- Oclusión del catéter: puede ocurrir por obstrucción de la luz (trombosis o precipitado de algún fármaco o de algún componente de la NP), por compresión externa o por malposición del CVC.
 - Trombosis venosa central y embolia pulmonar: son complicaciones potencialmente mortales y son mas frecuentes en pacientes con NP prolongada.

Complicaciones metabólicas

- Déficit o exceso de alguno de los componentes de la solución de NP: hipoglucemia, hipofosfatemia o hipocalcemia; hiperglucemia o hipertrigliceridemia.

- Síndrome de realimentación: puede ocurrir en niños gravemente desnutridos si se inicia la nutrición de forma rápida.
- Enfermedad metabólica ósea (osteoporosis, osteomalacia): El origen es multifactorial. Se debe monitorizar la calciuria, la calcemia, el fósforo en sangre, la PTH, la vitamina D y la fosfatasa alcalina.
- Alteraciones hepáticas: Aparecen casi en el 50% de los pacientes con NP de mas de dos semanas de duración . Pueden presentar : elevación de transaminasas , elevación de GGT, colestasis , litiasis biliar, esteatosis , fibrosis o incluso cirrosis. Las estrategias para prevenir las complicaciones hepáticas son disminuir el aporte calórico , disminuyendo los lípidos e hidratos de carbono , ciclar la parenteral , asociarse con nutrición enteral siempre que sea posible, tratar las infecciones y el sobrecrecimiento bacteriano .
- Retraso en el crecimiento

Problemas psicosociales

NUTRICIÓN PARENTERAL DOMICILIARIA

Se debe considerar la NP domiciliaria cuando se requiere una nutrición parenteral durante mas de 3 meses y se encuentre en estabilidad clínica y en un ambiente sociofamiliar adecuado . La ventaja del uso de la NP domiciliaria es que permite acortar el ingreso hospitalario y mejorar la calidad de vida del niño al permitir la incorporación del paciente a su medio familiar y social.

Para poder indicar la nutrición parenteral domiciliaria debe haber una estabilidad clínica por parte del paciente , una capacitación / formación por parte de la familia o del cuidador principal y un equipo multidisciplinar .

Componentes de la nutrición parenteral en pediatría

Las mezclas de nutrición parenteral (NP) aportan todos los requerimientos de macro y micronutrientes que el paciente necesita. Esto significa que en un mismo frasco/bolsa puede haber más de 50 compuestos químicos distintos interactuando: los distintos aminoácidos, la glucosa, lípidos que incluyen emulgentes y estabilizante, los electrolitos, oligoelementos y vitaminas, y en algunas ocasiones se pueden añadir fármacos. Además, existen otros factores que pueden modificar la estabilidad de la NP como son el tipo de frasco (vidrio/plástico), presencia de oxígeno, temperatura y luz. Existe por tanto un elevado potencial de interacciones químicas y físico-químicas que es necesario conocer para garantizar la seguridad de la NP¹⁰.

Veremos cada uno de estos componentes haciendo hincapié en las particularidades del paciente pediátrico.

1.- Aminoácidos

En pacientes pediátricos, y especialmente en neonatos, esta recomendado el uso de soluciones de aminoácidos específicas, debido a la inmadurez de los sistemas enzimáticos. Además de los ocho

aminoácidos esenciales y de la histidina, los neonatos, debido a su inmadurez hepática/renal requieren también cisteína, tirosina y taurina, que se comportan como condicionalmente esenciales³. Existen registradas soluciones de aminoácidos específicas que se han diseñado intentando reproducir el aminograma plasmático del cordón umbilical o el del niño alimentado con leche materna. No está claro en que momento alcanzan los niños los niveles de metabolización del adulto, pero parece que es antes del primer año de vida, no obstante, nosotros consideramos que los aminoácidos específicos pediátricos serían apropiados para niños hasta los 2 años de edad.

La inclusión de taurina en las soluciones de aminoácidos pediátricas se debe a que los niños con nutrición parenteral prolongada tienen niveles plasmáticos de taurina disminuidos que se correlacionan con electroretinogramas anormales y mejoran con el suplemento de taurina².

Tabla 15. Composición aminoácidos especiales para paciente pediátrico g/100 g de aminoácidos:

	Trophamine® 6%	Aminoven Infant® 10%	Primene® 10%
L- Isoleucina	8.2 mg	8 mg	6.7 mg
L- Leucina	14 mg	13 mg	10 mg
L- Lisina	8.2 mg	8.5 mg	11 mg
L- Metionina	3.3 mg	3.1 mg	2.4 mg
L- Fenilalanina	4.8 mg	3.7 mg	4.2 mg
L- Treonina	4.2 mg	4.4 mg	3.7 mg
L- Triptófano	2 mg	2 mg	2 mg
L- Valina	7.8 mg	9 mg	7.6 mg
L- Histidina	4.8 mg	4.8 mg	3.8 mg
L- Cisteína	0,2 mg	0.5 mg	1.9 mg
L-Tirosina	2.3 mg	3.9mg	0.4mg
L- Alanina	5.3 mg	9.3 mg	8 mg
L- Arginina	12.2 mg	7.5 mg	8.4 mg
L- Prolina	6.8 mg	9.7mg	3mg
L- Serina	3.8 mg	7.7 mg	4 mg
Glicina	3.7 mg	4.1 mg	4 mg
L-Aspártico	3.2 mg	-	6 mg
L-Glutámico	5 mg	-	10 mg-
Taurina	0,2 mg	0.4 mg	0.6 mg
L-Ornitina	-	-	2.5 mg

2.- Hidratos de carbono

Como fuente de hidratos de carbono en NP pediátrica se utilizan exclusivamente soluciones de glucosa. Están registradas soluciones de concentraciones entre el 5% y el 70% para facilitar la elaboración de las NP.

3.- Lípidos¹¹

El uso de emulsiones lipídicas seguras en NP pediátrica representa uno de los avances más notable de la nutrición clínica. Debido a ello, hay un interés creciente en optimizarlas para potenciar sus efectos beneficiosos y reducir el riesgo de complicaciones. Los lípidos son una fuente de ácidos

grasos esenciales y aportan energía con baja osmolaridad. Durante muchos años, las únicas emulsiones lipídicas fueron las que procedían del aceite de soja con fosfolípidos del huevo como emulsionantes, que demostraron sobradamente su seguridad y eficacia. Sin embargo, en la actualidad, se tiende a utilizar nuevas fuentes de lípidos. Tanto las mezclas de triglicéridos de cadena larga (LCT) y cadena media (MCT) al 50%, como los lípidos basados en aceite de oliva que incorporan un pequeño porcentaje de cadena larga han probado su seguridad y podrían tener algunas ventajas frente a los LCT:

- Son más estables en las emulsiones de NP.
- Generan menor cantidad de peróxidos que se relaciona con el aporte de ácidos grasos poliinsaturados y vitamina E.
- Disminuye la producción de ácido araquidónico y sus derivados proinflamatorios debido al menor aporte de ácido linoléico.

Las emulsiones lipídicas que incorporan en su composición aceite de pescado, por tanto enriquecidas con omega-3, han demostrado también su seguridad incluso en prematuros que requieren NP y se han asociado con efectos beneficiosos en la colestasis hepática en NP prolongada.

Tabla 16. Composición de emulsiones lipídicas al 20% para nutrición parenteral.

Tipo de Aceite %	Intralipid® Soyacal®	Lipofundina®	Clinoleic®	Lipoplus®	SMOFLipid®
Soja	100	--	20	40	30
Coco	--	50	--	50	30
Oliva	--	50	80	--	25
Pescado	--	--	--	10	15
Composición de ácidos grasos %					
Linoleico	53	26	17	24	19
Linolénico	8	4	3	4	2
EPA				3	2
DHA				2	2
Relación $\omega 6/\omega 3$	7	7	9	2.7	2.5
α -tocoferol mg/L	25	200	30	190	200

4.-Electrolitos

Los electrolitos tienen un papel fundamental en la regulación de muchos procesos orgánicos. El potasio y el sodio se pueden aportar como cloruro, acetato o fosfato y el empleo de uno u otro se puede ajustar a la situación clínica del niño. En situaciones de acidosis se usará el acetato ya que se transforma en bicarbonato en el organismo y por el contrario en alcalosis se empleara mayor proporción de cloruros².

El fosfato se puede administrar en forma orgánica o inorgánica. En pediatría se prefiere la sal orgánica para poder alcanzar los requerimientos del niño sin que se produzca precipitación con el calcio, ya que es un organismo con máximo crecimiento y con el empleo de la sal inorgánica no se llega a conseguir el aporte necesario de calcio y fósforo sin sobrepasar el producto de solubilidad, y por tanto la NP es muy inestable. El inconveniente de la sal orgánica de fósforo disponible en nuestro país es que aporta 2 mEq de sodio por cada mmol de fósforo. Cuando es necesaria la restricción de sodio se deberá recurrir a las sales de fósforo inorgánico aunque no se logren alcanzar las necesidades del niño⁵.

5.- Vitaminas

Se emplean soluciones multivitaminicas que con la dosificación adecuada aportan los requerimientos diarios establecidos. En nuestro país esta disponible separadamente las vitaminas hidrosolubles (Soluvit®) y las liposolubles (Vitalipid Infantil®) en un vehículo de lípidos al 10%, por tanto si las NP no contienen lípidos no podrán recibir vitaminas liposolubles con este preparado. Por ello se importa la especialidad extranjera Infuvite Pediatric®.

Tabla 17. Composición multivitaminicos.

	Infuvite Pediatric® (5 mL)	Soluvit® + Vitalipid Infantil® (10 mL + 10 mL)
Ac. Ascórbico (mg)	80	80
Vitamina A (UI)	2300	2300
Vitamina D ₃ (UI)	400	400
Tiamina (mg)	1,2	2,5
Riboflavina (mg)	1,4	3,6
Piridoxina (mg)	1	4
Niacinamida (mg)	17	40
Dexpantenol (mg)	5	15
Vitamina E (UI)	7	6,4
Vitamina K ₁ (mcg)	200	200
Ác.fólico (mcg)	140	400
Biotina (mcg)	20	60
Vitamina B ₁₂ (mcg)	1	5

6.- Oligoelementos

Existen soluciones de oligoelementos específicos para pediatría. En nuestro país no tenemos disponible ninguna solución adecuada al paciente pediátrico y por ello se importa el Peditrace® que se adecua a los requerimientos excepto en niños prematuros que tienen requerimientos de zinc mayores y será preciso suplementarlo con la solución que sólo contiene acetato de zinc.

Aunque durante años se consideró que por motivos de estabilidad no se podían mezclar en una misma NP vitaminas y oligoelementos, y se administraban a días alternos, actualmente se recomienda su uso diario y mezclados en la misma solución.

No existen soluciones de multioligoelementos adecuadas para la insuficiencia renal o hepática y para reducir la cantidad administrada de oligoelementos que se pueden acumular en estas patologías será preciso disminuir el aporte del resto.

Tabla 18. Soluciones de Oligoelementos.

	Recomendaciones	Peditrace (1 mL)
Zinc (mcg)	400 (Recién nacidos prematuros) 250 (Recién nacidos término)	250
Selenio (mcg)	2	2
Molibdeno (mcg)	0,25	-
Cobre(mcg)	20	20
Manganeso (mcg)	1	1
Cromo (mcg)	0,2	-
Iodo (mcg)	1	1
Fluor(mcg)	-	57

Nutrición parenteral y fármacos ^{12,13}

Los pacientes que necesitan nutrición parenteral requieren habitualmente la administración concomitante de fármacos. La adición de medicamentos a la NP o su administración simultánea por la misma vía (en Y) no debería ser nunca una práctica habitual. Sin embargo, existen casos en los que puede ser de gran utilidad: pacientes con edema agudo de pulmón o insuficiencia renal, en los que el volumen de líquido administrado debe limitarse al máximo, pacientes con limitación de acceso venoso, pacientes con nutrición parenteral domiciliaria para facilitar la administración.

Para poder introducir un fármaco en la mezcla de NP es necesario que no se degrade, que la emulsión lipídica sea estable y que la administración del fármaco en infusión continua durante el tiempo que dura la NP sea adecuada desde el punto de vista farmacocinético. Lo más habitual, con la limitación de accesos venosos tan frecuente en pediatría es la situación de buscar problemas relacionados con compatibilidad de fármacos administrados en Y con la NP.

Hay numerosos estudios sobre estabilidad de fármacos con NP que se recogen en documentos de referencia en Pediatría. Es importante tener en cuenta que los estudios de estabilidad están hechos con composiciones determinadas de NP. Al ser tan variable la composición de la NP en pediatría, dado que generalmente se individualizan sus requerimientos, los estudios existentes nos dan una idea de la posible estabilidad del fármaco en la NP, pero no se asegura que en nuestra composición el comportamiento sea el mismo. Es necesario en esta situación valorar bien el binomio beneficio-riesgo.

En base al conocimiento disponible hemos elaborado en el Hospital Sant Joan de Déu una aplicación que refleja la actitud que tenemos ante un fármaco que se quiere administrar en Y con la NP. Consultar fármacos y compatibilidad con la NP en la aplicación que se abre en el siguiente enlace: <http://apps.hsjdbcn.es/viaparenteral/>

Bibliografía

1. Teitelbaum D, Guenter P, Howell WH, Kochevar ME, Roth J, Seidner DL. Definitions of terms, style and conventions used in ASPEN guidelines and standards. *Nutr Clin Pract*. 2005; 20: 281-5.
2. Gomis Muñoz P, Gómez López L, Martínez Costa C, Moreno Villares JM, Pedrón Giner C, Pérez-Portabella Maristany C et al. Documento de consenso SENPE/SEGHNP/SEFH sobre nutrición parenteral pediátrica. *Nut Hosp*. 2007; 22(6): 710-19.
3. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005; 41(S2): S1-S87.
4. Kerner JA. Parenteral Nutrition. En: Walker WA, Watkins JB, Duggan Ch. *Nutrition in Pediatrics*. 3th ed. London: BC Decker Inc; 2003. pp. 957-85.
5. Moreno Villares JM. Nutrición Parenteral. En: Argüelles Martín F, García Novo MD, Pavón Belinchón P, Román Riechman E, Silva García G, Sojo Aguirre A. *Tratado de gastroenterología, hepatología y nutrición pediátrica aplicada de la SEGHNP*. Tomo II. Madrid: Ergón; 2011. pp. 666-76.
6. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*. 1985; 39(1):5-41.
7. Martínez Costa C, Sierra C, Pedrón Giner C, Moreno Villares JM, Lama R, Codoceo R. Nutrición enteral y parenteral en pediatría. *An Esp Pediatr* 2000; 52(S3):1-33.
8. A.B Martínez-Zazo, C, Pedrón Giner. Soporte nutricional en la infancia: Nutrición parenteral. *An Pediatr Contin*. 2011; 9(6): 358-66.
9. Canada T m Crill C, Guenter P. *Parenteral Nutrition Handbook*. ASPEN 2009
10. Gomis Muñoz P. Estabilidad de los micro y macro nutrientes en la Nutrición Parenteral. *Nutr Clin Med* 2010; IV (3): 153-163.
11. Alonso Perez L, Fernandez Vázquez A, Gomis Muñoz P, Moreno Villares JM. Emulsiones lipídicas intravenosas en nutrición parenteral pediátrica. *Acta Pediatr Esp* 2009; 67(8): 387-392.
12. Del Hoyo Gil L, Serrano Garrote O, Gomis Muñoz P, Herreros de Tejada A. Compatibilidad de fármacos con nutrición parenteral. *Farm Hosp* 2000; 24(5): 332-344.
13. Cardona D, Nadal M, Estelrich J, Mangues MA. Review of drug stability in parenteral admixtures. *e-SPEN Journal* 8 (2013) e135-e140.