

## NUTRICION PARENTERAL

*El presente artículo es una actualización al mes de setiembre del 2006 del Capítulo del Dr. Carlos Lovesio, del Libro Medicina Intensiva, Dr. Carlos Lovesio, Editorial El Ateneo, Buenos Aires (2001)*

### CONCEPTO

La indicación principal para la nutrición parenteral es suministrar las necesidades nutricionales y metabólicas a aquellos pacientes que no pueden ser alimentados adecuadamente por vía enteral. La nutrición parenteral puede ser necesaria en pacientes con digestión o absorción inadecuadas, o cuando no se puede lograr el acceso gastrointestinal o una tolerancia aceptable a la alimentación. En la Tabla 1 se describen las indicaciones propuestas para el empleo de nutrición parenteral.

Tabla 1. Situaciones en las cuales es aconsejable el empleo de nutrición parenteral

Tracto gastrointestinal no funcionante  
Imposibilidad de empleo del tracto gastrointestinal  
Presencia de vómitos incoercibles  
Peritonitis  
Obstrucción intestinal por debajo del sitio de administración de la solución enteral  
Diarrea severa originada en el intestino delgado (>1.500 ml/día)  
Ileo severo de intestino delgado  
Fístula enterocutánea de alto flujo (> 500 ml/día)  
Síndrome de intestino corto  
Malabsorción severa  
Enfermedades inflamatorias activas del intestino

La nutrición parenteral se puede utilizar en combinación con la nutrición enteral, especialmente cuando la nutrición enteral se debe incrementar en forma lenta y la misma no alcanza a cubrir todos los requerimientos nutricionales. La nutrición parenteral en estas circunstancias es un suplemento de la nutrición enteral, a fin de proveer el balance de requerimientos nutricionales hasta que se pueda lograr una adecuada nutrición enteral completa.

La nutrición parenteral no debe utilizarse cuando los pacientes pueden ingerir y absorber suficiente cantidad de nutrientes por vía oral o mediante alimentación enteral por sonda; cuando no se puede definir claramente un objetivo para la terapia o para prolongar la vida de un paciente con una enfermedad terminal.

## TIPOS DE NUTRICIÓN PARENTERAL

Según la vía utilizada, y en función de ello, la osmolalidad de las soluciones, pueden considerarse dos tipos de nutrición parenteral: la central y la periférica.

La *nutrición parenteral central*, a través del cateterismo de vasos centrales, permite la infusión de soluciones hiperosmolares y, por lo tanto, en dosis tan elevadas como sean necesarias.

La *nutrición parenteral periférica*, por su parte, se realiza a través de la venopuntura de vasos periféricos y sólo hace posible la infusión de soluciones isotónicas, lo cual limita la dosis total. La osmolalidad de una solución para nutrición parenteral periférica no debería exceder los 700 mOsm, con una concentración de glucosa menor del 15%. Los sitios de acceso periférico deben cambiarse con frecuencia para prevenir la infiltración de la solución y para reducir la frecuencia de la flebitis.

La *nutrición parenteral cíclica* se administra durante 12 a 16 horas por día, normalmente durante la noche. Esto permite que el paciente se encuentre libre de dispositivos de infusión durante el día. Los pacientes pueden recibir infusión cíclica una vez que se hayan estabilizado luego de un programa de infusión de 24 horas.

La *nutrición parenteral total* se basa en la administración de aminoácidos y dextrosa al 25 o 50%, utilizando emulsiones grasas únicamente para cubrir los requerimientos de ácidos grasos esenciales.

La *nutrición parenteral completa* se basa en el empleo de emulsiones grasas como fuente calórica. De esta manera se aproxima más a la dieta normal y por ello se denomina completa. En general se cubre un 35 a 45% del requerimiento calórico total con grasas.

La *dieta de ahorro proteico*, propuesta por Blackburn, utiliza exclusivamente aminoácidos isotónicos por vía periférica. Su empleo no se ha generalizado debido a que no se han demostrado cambios en el pronóstico, y su costo es elevado.

## COMPOSICIÓN DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL

**Fluidos.** Los requerimientos de fluidos en los pacientes críticos son muy variables, por lo que el volumen de administración debe ser individualizado. La cantidad de líquido a administrar en la fórmula de nutrición parenteral depende del requerimiento hídrico total menos el ingreso a través de otras vías. En general se utiliza como solvente el agua estéril, a fin de ajustar el volumen de fluido necesario para satisfacer el ingreso previsto para cada 24 horas.

**Carbohidratos.** La fuente de carbohidratos de la nutrición parenteral es la glucosa monohídrica (dextrosa), la cual proporciona 3,4 kcal/gramo. Habitualmente se utiliza una solución concentrada de dextrosa, al 50 o 70%. La dextrosa puede utilizarse como la única fuente de energía, o combinarla con diferentes cantidades de emulsiones de lípidos.

La nutrición con dextrosa exclusivamente como fuente energética se puede asociar con hiperglucemia, hipoglucemia, deshidratación hiperosmolar, hipofosfatemia y deficiencia de ácidos grasos esenciales. Para prevenir la hiperglucemia durante la nutrición parenteral la infusión de dextrosa no deberá exceder los 5 mg/kg/min., que se considera como la tasa máxima de metabolización en el humano.

**Aminoácidos.** Las soluciones estándar de aminoácidos para nutrición parenteral están disponibles en concentraciones que van del 5 al 15%, compuestas normalmente por un 40-50% de aminoácidos esenciales y 50 a 60% de aminoácidos no esenciales. Los aminoácidos proporcionan 4 kcal/g. Estas calorías no están incluidas como parte de la energía total aportada, porque se considera que los aminoácidos serán incorporados a la proteína y no se utilizarán como fuente energética.

Aunque la relación óptima entre Kilocalorías no proteínas y nitrógeno (KNP:N) varía dependiendo de cada caso particular, una relación de 150:1 satisface las necesidades de la mayoría de los pacientes estables. Los pacientes con sepsis o trauma se benefician de relaciones KNP:N algo más bajas.

Se pueden utilizar soluciones de aminoácidos con fórmulas especiales para necesidades metabólicas específicas, las cuales simplifican los órdenes médicos y la preparación de soluciones base para nutrición parenteral.

Para que una solución de aminoácidos sea aprovechada adecuadamente, se deben cumplir una serie de requisitos en cuanto a administración concurrente de calorías, tipos de aminoácidos y aporte de electrolitos (Tabla 2).

Tabla 2. Requisitos para un adecuado aprovechamiento de las soluciones de aminoácidos

Calorías concurrentes en forma de calorías no proteicas: 150-200 Kcal por gramo de nitrógeno  
Carbohidratos concurrentes: > 20g/g N  
Nitrógeno total adecuado  
Presencia de todos los aminoácidos esenciales  
Vestigios de aminoácidos no esenciales  
Proporción óptima de aminoácidos esenciales respecto del total: E/T = 1:1,1 - 1:1,3  
Todos los aminoácidos deben ser en forma L  
Administración óptima de electrolitos concurrentes

Recientemente se ha reconocido la necesidad de un aporte exógeno de glutamina, tirosina y cisteína en los pacientes con trauma severo o infección. Los compuestos precedentes se adicionan a la fórmula parenteral como dipéptidos, ya que las formas individuales son inestables en agua y poco solubles. Se ha comprobado que la adición de estos aminoácidos mejora el balance de nitrógeno, promueve la síntesis de proteína muscular, evita la atrofia de la mucosa intestinal asociada con la nutrición parenteral, y mejora la respuesta inmunológica.

**Lípidos.** Las emulsiones de lípidos se usan para prevenir la deficiencia de ácidos grasos esenciales y como fuente de Kilocalorías no proteicas, en especial en pacientes con tolerancia anormal a la glucosa o disfunción pulmonar. Los lípidos pueden proporcionar hasta el 30% de las Kilocalorías no proteicas, con la glucosa suministrando el resto. Para un eficiente metabolismo de la grasa es necesario un mínimo del 30% de Kilocalorías proporcionadas por la dextrosa. La cantidad óptima de lípidos a infundir es de alrededor de 80 mg/kg/hora, y no debe superar 1 g/kg/día. La perfusión continua durante 18 a 20 horas es preferible para un mejor *clearance* y tolerancia.

Las emulsiones de lípidos se encuentran en concentraciones del 10, 20 y 30% y proveen 1,1; 2 o 3 kcal/ml, respectivamente. Estas emulsiones proporcionan solamente ácidos grasos de cadena larga, o una combinación de ácidos grasos de cadena larga y ácidos grasos de cadena media, y son una fuente rica en los ácidos grasos esenciales linoleico y linolénico. Las emulsiones de grasas también contienen fosfátidos de huevo como emulsionante y glicerol para ajustar la osmolalidad.

Las emulsiones de lípidos son más o menos isotónicas y su administración junto con la solución base de la nutrición parenteral reduce la osmolalidad total de la solución. Son especiales para la administración de nutrición parenteral periférica.

Los regímenes de nutrición parenteral que incluyen emulsiones grasas están asociados con menor frecuencia de hiperglucemia, niveles menores de insulinemia y menor riesgo de daño hepático que los regímenes en los cuales se utiliza a la dextrosa como fuente única de calorías no proteicas.

Recientemente se ha dirigido la atención hacia los ácidos grasos omega-3 debido a su rol como inhibidores de la respuesta inflamatoria y moduladores de la respuesta inmune. Un estudio de Wechtler y colaboradores demostró que la nutrición parenteral enriquecida con  $\omega$ -3 reduce la síntesis de leucotrienos B4 proinflamatorios y TNF $\alpha$  en pacientes sometidos a cirugía intestinal mayor.

Se puede presentar un metabolismo graso alterado en pacientes con insuficiencia hepática severa, insuficiencia renal, pancreatitis, sepsis y estados hipermetabólicos en general. En estos estados patológicos, si bien se pueden administrar lípidos, se debe realizar un adecuado control del *clearance* de los mismos, a través de la medición de la concentración de triglicéridos séricos en forma periódica. En presencia de una elevación de los mismos, el aporte de grasas se debe reducir al mínimo necesario para satisfacer los requerimientos de ácidos grasos esenciales.

**Albúmina.** La manera más efectiva de recuperar la albuminemia en los pacientes con malnutrición crónica es la adición de albúmina a las soluciones de nutrición parenteral. No existe explicación al momento actual de por qué la adición de albúmina es más efectiva cuando se asocia a nutrición parenteral que cuando se utiliza sola. La hipótesis más probable es que la infusión de aminoácidos podría suprimir los efectos de las citoquinas como inhibidoras de la síntesis de albúmina. De tal forma, la albúmina se sintetiza a mayor velocidad al mismo tiempo que se adiciona en forma directa.

La siguiente es una fórmula simple para estimar el déficit total de albúmina corporal:

Déficit total de albúmina corporal (ACT) (g/L) = ACT ideal - ACT determinada

ACT ideal = 2,5 (albúmina ideal x volumen plasmático ideal)

= 2,5 ( 4,0 x 0,5 x Peso corporal ideal en Kg)

ACT determinada = 2,5 (albúmina actual x volumen plasmático actual)

= 2,5 (albúmina actual x 0,5 x Peso corporal actual en Kg)

El factor 2,5 se deriva de la relación entre albúmina circulante y albúmina intersticial. Se estima que la albúmina intersticial representa el 60% de la albúmina corporal total. El volumen plasmático se estima como el 5% del peso corporal, de allí la multiplicación por 0,5, considerando que en la fórmula la albúmina se expresa en g/L.

Una vez estimado el déficit total de albúmina corporal, el objetivo es elevar la misma hasta obtener valores de proteínas totales en plasma mayores de 5,4 g/L, para lo cual se administra albúmina humana al 20%, adicionada a la solución de nutrición parenteral. La albúmina no se puede administrar en forma conjunta con las soluciones que contienen lípidos, por cuanto producen una coalescencia de las partículas de grasas. En tal caso conviene administrarla por una vía independiente.

**Vitaminas.** Las vitaminas desempeñan un rol clave en numerosos procesos metabólicos. Su inclusión en todas las formulaciones de nutrición parenteral es importante para el apropiado y eficiente empleo de los otros nutrientes. Los requerimientos de vitaminas parenterales son significativamente menores que los requerimientos en la dieta, debido a que la ruta parenteral permite una asimilación total e inmediata de la cantidad aportada. En general se recurre al empleo de preparados comerciales multivitamínicos, que contienen la mayor parte de los requerimientos propuestos. La vitamina K no está incluida en estos productos, por lo que si se considera necesario su empleo se la debe adjuntar, al igual que la vitamina B<sub>12</sub>.

**Electrolitos.** Los electrolitos que se suministran en la nutrición parenteral incluyen calcio, magnesio, fósforo, acetato, cloruro, potasio y sodio. La forma y la cantidad de cada electrolito adicionado se basa en la situación metabólica, las pérdidas de líquidos no renales, la función renal, el balance de electrolitos y líquidos, el equilibrio ácido base y la necesidad de compensar deficiencias preexistentes. Las necesidades de electrolitos son dinámicas y la dosificación se debe ajustar frecuentemente durante la terapia de nutrición parenteral, en particular durante las primeras semanas. En nutrición parenteral prolongada, se deben utilizar elementos traza, como el zinc, cobre, cromo y manganeso, ya que su carencia puede producir manifestaciones clínicas específicas.

El hierro no se agrega de manera rutinaria a las soluciones de nutrición parenteral y no es un componente de las preparaciones habituales. Los pacientes con deficiencia de hierro previa o que se mantienen con nutrición parenteral durante períodos prolongados deberán recibir una suplencia adecuada. Se pueden agregar hasta 100 mg de dextrano férrico cada 24 horas hasta alcanzar la dosis total de suplencia.



## FÓRMULAS DE NUTRICIÓN PARENTERAL

### Nutrición parenteral total

La solución base de la nutrición parenteral se prepara combinando dextrosa concentrada (50 a 70%) y aminoácidos (5-15%), agregando luego electrolitos, vitaminas, minerales y micronutrientes. La osmolalidad de la dextrosa y los aminoácidos hace que la solución sea aproximadamente seis veces más concentrada que la sangre (>1.900 mOsm/kg), lo cual determina que la misma sólo se pueda administrar a través de una vena central.

En ocasiones se adicionan lípidos. Las emulsiones de lípidos se utilizan para prevenir la deficiencia de ácidos grasos esenciales y como fuente de Kilocorías no proteicas, en particular en pacientes con tolerancia anormal a la glucosa o disfunción pulmonar.

No existe una solución ideal de nutrición parenteral que cubra los requerimientos de todos los pacientes. Los distintos elementos constitutivos deben ser modificados cuando el paciente presenta alguna patología particular: insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal, insuficiencia respiratoria, insuficiencia hepática, encefalopatía.

En la actualidad se dispone de múltiples productos comerciales, ya sea como elementos base que se deben combinar en la farmacia del hospital para la confección de la fórmula deseada, o como productos prediseñados a nivel comercial, en los cuales se pueden realizar modificaciones puntuales en función de las características propias del paciente. En la Tabla 3 se indica la composición de algunas de las mezclas comerciales utilizadas en nuestro país.



**Tabla 124/3.- Soluciones de nutrición parenteral (Farmacia Nutrir®)**

	Estándar (1)	Estándar (2)	Estándar (3)	Estándar + lípidos (1)	Estándar + lípidos (2)	Hiperca-tabólica	Estándar periférica	Insuficien-cia hepática	Insuficien-cia renal	Injuriados y sépticos
Glucosa	280 gr	425 gr	500 gr	275 gr	400 gr	500 gr	200 gr	280 gr	320 gr	250 gr
Aminoáci-dos	40 gr	60 gr	80 gr	60 gr	80 gr	110 gr	40 gr	40 gr *	27 gr**	68 gr
Lípidos	0 gr	0 gr	0 gr	50 gr	50 gr	50 gr	28 gr	0 gr	0 gr	50 gr
Fósforo	54 mEq	54 mEq	54 mEq	54 mEq	54 mEq	54 mEq	54 mEq	54 mEq	0 mEq	54 mEq
Sodio	92 mEq	92 mEq	92 mEq	92 mEq	92 mEq	92 mEq	92 mEq	0 mEq	0 mEq	92 mEq
Potasio	60 mEq	60 mEq	60 mEq	60 mEq	60 mEq	60 mEq	60 mEq	60 mEq	0 mEq	60 mEq
Cinc	3 mg	3 mg	3 mg	3 mg	3 mg	3 mg	3 mg	3 mg	0 mEq	3 mg
Magnesio	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	15,2 mEq	0 mEq	15,2 mEq
Cobre	1,5 mg	1,5 mg	1,5 g	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg	0 mg	0 mg	1,5 mg
Calcio	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq	8 mEq
Proteínas	40 gr	60 gr	80 gr	60 gr	80 gr	110 gr	40 gr	40 gr	27 gr	68 gr
Cal. no proteicas	952	1.445	1.700	1.435	1.860	2.200	960	952	1.088	1.350
Kcal/ lípidos	0 %	0%	0 %	31 %	27 %	23 %	29 %	0 %	0 %	37 %
Nitrógeno	6.4 gr	9.6 gr	12.8 gr	9.6 gr	12.8 gr	17.6 gr	6.4 gr	6.4 gr	4.32 gr	10.9 gr
Cal.no proteicas/ gr N	149/1	150/1	133/1	149/1	145/1	125/1	150/1	148/1	252/1	124/1
Volumen	2000 ml	2000 ml	2000 ml	2000 ml	2069 ml	2159 ml	2000 ml	2000 ml	725 ml	2000 ml

\*aminoácidos hepáticos; \*\* aminoácidos renales

Todos los compuestos tienen Vitaminas: A (3.300 U); C (100 mcg); D (200 U); E: (10 mcg); Tiamina (3,36 mcg); Riboflavina (3,6 mcg); Pirodoxina (4,86 mcg); Cianocobalamina (5 mcg); Acido fólico (400 mcg); Dexpanentol (15 mcg); Biotina (60 mcg); Niacinamida (40 mcg)

### Nutrición parenteral periférica

Como ya se adelantó, la administración de una solución para nutrición parenteral por vía periférica hace necesario que la misma tenga una osmolalidad inferior a 700 mOsm. Ello hace que en su constitución no se puedan utilizar soluciones de dextrosa con concentración superior al 15%. Sin embargo, la administración parenteral diaria de una cantidad tan baja como 500 calorías de dextrosa puede reducir significativamente el balance negativo de nitrógeno. De igual forma, las soluciones constituidas exclusivamente por aminoácidos en concentraciones del 3 al 3,5% también reducen el balance negativo de nitrógeno.

En las soluciones de nutrición periférica se adicionan normalmente lípidos para incrementar las calorías no proteicas y disminuir la osmolalidad de la solución final. Los lípidos deben ser limitados, de modo de brindar como máximo el 30% del aporte total de calorías no proteicas. En la Tabla 4 se indican ejemplos de fórmulas para nutrición parenteral periférica.

Tabla 4. Fórmulas de nutrición parenteral periférica

	<b>Sin lípidos</b>	<b>Con lípidos</b>
Dextrosa	500 ml de sol. al 10%	500 ml de sol. al 10%
Aminoácidos	500 ml de sol. al 3,5%	500 ml de sol. al 3,5%
Lípidos	--	100 ml de sol. al 20%
Volumen total	1.000 ml	1.100 ml
Proteínas	17,5 g/l	16,5 g/l
Kcal no proteicas	170 kcal/l	336 kcal/l
Osmolaridad aproximada	515 mOsm/l	496 mOsm/l

## VÍAS DE ADMINISTRACIÓN

La nutrición parenteral completa o total, por sus características de osmolaridad elevada, debe administrarse a través de un catéter cuyo extremo distal se encuentre en una vena central. Se utilizan diferentes catéteres venosos centrales y diferentes sitios de acceso para la administración de nutrición; cada uno con sus propias ventajas y desventajas.

La selección del sitio de acceso y del tipo de catéter se basará en las necesidades de cada paciente y en la duración esperada de la terapia. Los catéteres venosos centrales pueden ser temporales o permanentes y pueden tener un acceso externo o interno. Pueden disponer de una a tres vías de infusión. Independientemente del catéter utilizado, la nutrición parenteral debe administrarse a través de una vía específica del catéter y se deben evitar las interrupciones en la continuidad del procedimiento.

La cateterización de la vena subclavia utilizando la técnica de Seldinger es el método más común de inserción de los catéteres venosos para nutrición parenteral. Independientemente del método de inserción, toda colocación de un catéter venoso central se debe verificar radiográficamente, a fin de asegurar la correcta ubicación de la punta antes de la infusión de la nutrición parenteral.

Los accesos venosos centrales de corto plazo se insertan mediante técnica percutánea en la vena subclavia o yugular interna. En algunos casos, se pueden utilizar también las venas del miembro superior, o la vena femoral. La colocación percutánea se realiza a la cabecera del paciente, utilizando anestesia local. Los catéteres utilizados pueden ser de una o más vías; son de inserción, cambio y remoción fáciles y permiten un control adecuado de las infecciones. Presentan como desventajas la posibilidad de la remoción accidental, mayor propensión a las infecciones, restringen la actividad del paciente y pueden ser utilizados durante un tiempo limitado.

Los accesos permanentes requieren normalmente la colocación quirúrgica de un catéter subcutáneo mediante la tunelización o implantación de un reservorio de infusión. El acceso a largo

plazo también se puede obtener utilizando un catéter central insertado por vía percutánea. Los mismos presentan como ventajas la menor frecuencia de infecciones, el menor riesgo de remoción accidental o desplazamientos, son de duración indefinida y pueden ser cuidados por el mismo paciente. Tienen como inconveniente la mayor incidencia de trombosis venosa, y las dificultades de su inserción y retiro en caso de sospecha de infección.

## **MODO DE ADMINISTRACIÓN DE LA NUTRICION PARENTERAL**

En pacientes que no presentan intolerancia conocida a la glucosa, y no tienen factores predisponentes para generar esta intolerancia (ej.: sepsis, administración de corticoides, pancreatitis), se debe iniciar la nutrición parenteral a una velocidad de 40 a 50 ml/h, avanzando a intervalos de 40-50 ml/h cada seis horas, hasta lograr el volumen de infusión final deseado. En pacientes con intolerancia conocida o probable a la glucosa, la velocidad de infusión se debe avanzar más lentamente para permitir la evaluación de la glucemia, administrar insulina si está indicada y lograr la adaptación individual a la infusión.

Al inicio de la infusión, el paciente debe ser observado en búsqueda de signos y síntomas de intolerancia a la glucosa, disbalance hídrico y electrolítico, y tolerancia a los lípidos si éstos son empleados.

Cuando se debe discontinuar la nutrición parenteral, la velocidad se debe disminuir en 40 a 50 ml/h durante cuatro a seis horas, y luego puede ser suspendida.

En los pacientes estables, se puede utilizar la nutrición parenteral cíclica, en la cual la infusión se realiza en un período de 10 a 16 horas, especialmente durante la noche, a fin de permitir el descanso diario del paciente de los dispositivos de infusión.

## **CONTROL DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL**

A diferencia de la nutrición enteral, la nutrición parenteral no tiene la ventaja del efecto del primer paso a nivel del hígado, el cual contribuye al mantenimiento de la homeostasis metabólica. Ante tal circunstancia, se incrementa la posibilidad de exceso y toxicidad de los nutrientes. Por ello, el control de la nutrición parenteral debe ser más frecuente y amplio que el requerido para la nutrición enteral. En la Tabla 5, modificada de Campbell, se indica un plan de control para los pacientes sometidos a nutrición parenteral.

Tabla 5. Plan de control sugerido para pacientes en nutrición parenteral

<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>
Glucosa sanguínea	Cada seis horas
Signos vitales	Cada seis horas
Electrolitos en sangre	Diariamente
Nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina	Diariamente
Calcio y fósforo en sangre	Diariamente
Magnesio, enzimas hepáticas y bilirrubina	Cada dos días
Triglicéridos, colesterol y albúmina	Una vez por semana
Nitrógeno ureico urinario de 24 horas	Una vez por semana
Estimación de la ingesta de nutrientes	Diariamente
Control de líquidos ingeridos y eliminados	Diariamente
Peso corporal	Diariamente

En una Reunión de Consenso (Chest 111:771-1997), se establecieron una serie de pautas de monitoraje para los pacientes sometidos a nutrición parenteral total, que incluyen:

1. Evitar la sobrealimentación

- Adherir a las guías generales de nutrición parenteral, en cuanto a dosis de nutrientes, relación entre los mismos y velocidad de administración.
- Aunque en general no es necesario si se siguen las guías precedentes, la evaluación del gas espirado puede ser útil para establecer el cociente respiratorio. Un cociente respiratorio mayor de 1 generalmente indica sobrealimentación.
- Una reducción en el aporte calórico total conduce a la disminución en la producción de CO<sub>2</sub>, y ello puede ser útil en pacientes alimentados por vía parenteral con compromiso respiratorio.

1. Promover la retención nitrogenada y evitar el exceso de aporte de proteínas.

- La evaluación periódica del balance de nitrógeno puede ser útil para ajustar la dosis de aminoácidos. La determinación cada cinco a siete días es adecuada para este propósito.
- La excesiva azoemia prerrenal debida a la administración de proteínas es una indicación para disminuir el aporte. Niveles de <100 mg/dl en general son bien tolerados.
- En general las fórmulas especiales para insuficiencia renal aguda no benefician la evolución de los pacientes.

- Se debe considerar el empleo de las terapias dialíticas en sus diversas formas para permitir lograr los objetivos de soporte nutricional en los pacientes con fallo renal.
1. Es recomendable la evaluación del *clearance* de triglicéridos.
    - Es difícil establecer definiciones precisas de los niveles excesivos de triglicéridos plasmáticos, aunque se admite que un nivel de hasta 500 mg/dl en pacientes que reciben una infusión continua de grasas puede ser aceptable.
  1. Es útil el control semanal de los niveles de proteínas viscerales en plasma: transferrina o prealbúmina. Se debe tener presente, sin embargo, que en UTI estos niveles pueden no ser indicativos de la respuesta a la alimentación y no se correlacionan con la evolución.
  1. Se requiere un monitoreo frecuente y estricto de fluidos y electrolitos, en particular potasio, fósforo, magnesio, calcio y zinc. Se deben mantener niveles dentro de los rangos considerados normales.
  1. Vitaminas y elementos en trazas.
    - No parece útil el monitoreo rutinario de estos elementos.
    - Se puede realizar el control en casos seleccionados en los cuales se presumen deficiencias específicas.
  1. Se deben realizar evaluaciones semanales de la función hepática con tests estándar de laboratorio.

## COMPLICACIONES

Las complicaciones de la nutrición parenteral se relacionan con el catéter, con la homeostasis metabólica y con el riesgo incrementado de infecciones.

**Complicaciones relacionadas con el catéter.** Las complicaciones relacionadas con el catéter intravenoso pueden producirse en el momento de la inserción del mismo (neumotórax, hemotórax, punción de la arteria, punción de un nervio, quilotórax, embolismo gaseoso), o durante su permanencia (malposición, oclusión, ruptura, embolización, flebitis mecánica y trombosis). Las complicaciones más importantes se relacionan con el desarrollo de infección a partir del catéter.

Puede presentarse infección en el sitio de salida del catéter, en el reservorio implantado, o en el túnel del mismo. Además, la luz del catéter puede contaminarse o infectarse. La bacteriemia sistémica originada en el catéter es la complicación infecciosa más grave relacionada con el mismo.

La frecuencia de infección del catéter varía según el tipo de catéter, el sitio de inserción, los procedimientos y entrenamiento del personal encargado de la colocación, el estado del paciente y los materiales y protocolos de curación.

La solución de nutrición parenteral puede ser una fuente de colonización del catéter, de infección y bacteriemia sistémica. Si se sospecha que una solución de nutrición parenteral es la fuente de contaminación, se debe suspender la infusión y realizarse un cultivo de la solución.

**Complicaciones metabólicas.** Las complicaciones metabólicas pueden surgir como consecuencia de un exceso o deficiencia de sustratos o por trastornos del metabolismo de la glucosa. La homeostasis metabólica puede ser difícil de lograr y mantener con la nutrición parenteral, en parte porque se altera la regulación hormonal del metabolismo y la captación de los nutrientes a partir del tracto gastrointestinal.

Una complicación importante de la alimentación parenteral es la hiperglucemia intensa y persistente, que puede concluir en un coma diabético hiperosmolar no cetogénico. La causa más frecuente de esta complicación es un excesivo aporte de glucosa, el cual puede ser prevenido. Se debe tener presente que en los pacientes sépticos o traumatizados, la tolerancia a la glucosa puede estar muy limitada.

Se ha demostrado que en la nutrición parenteral, la tasa máxima de infusión de dextrosa no deberá sobrepasar los 4 a 5 mg/kg/min. Las infusiones por encima de esta cantidad pueden exceder la tasa de metabolización, dando como resultado una hiperglucemia.

En presencia de hiperglucemia, se deberá recurrir al empleo de insulina exógena. La misma se podrá administrar por vía subcutánea, o adicionarse en la solución de nutrición. Se debe tener presente que en estas circunstancias se producirá un aprovechamiento celular del carbohidrato, por lo que también pasarán nutrientes y electrolitos al interior de las células. Esto puede precipitar ulteriores complicaciones metabólicas tales como hipokalemia e hipofosfatemia, pudiendo ser necesario suspender transitoriamente la infusión hasta corregir dicho trastorno.

La administración de excesiva cantidad de glucosa desvía el empleo oxidativo de la glucosa hacia la lipogénesis hepática. El aumento de la conversión de la glucosa a grasas determina una cantidad molar mayor de CO<sub>2</sub> producido por mol de O<sub>2</sub> consumido, con el consiguiente aumento en el cociente respiratorio. En pacientes con inadecuada reserva respiratoria, la glucosa puede inducir un aumento de la producción de CO<sub>2</sub> de tal magnitud que genere insuficiencia respiratoria. Este problema es particularmente serio en pacientes en asistencia respiratoria mecánica, en los cuales se puede producir una dependencia prolongada del respirador como consecuencia de este trastorno metabólico. En algunas instituciones, la infusión de nutrición parenteral se disminuye en un 50 a 75% del óptimo durante el procedimiento de retiro del respirador, para evitar esta complicación.

Los pacientes pueden desarrollar hipoglucemia como consecuencia de una suspensión brusca de la nutrición parenteral. La tasa de insulina deberá ajustarse según la tasa de infusión cuando la nutrición parenteral es cíclica, o se hace necesario suspenderla.

Se han descrito dos tipos de complicaciones metabólicas relacionadas con la infusión de emulsiones grasas: a) inmediatas o agudas, y b) crónicas o alejadas.

Dentro de las formas agudas se han identificado reacciones alérgicas, hiperlipemias, disnea, cianosis, somnolencia, eritema facial, cefaleas, vértigo, náuseas, vómitos, hipertermia, dolor torácico, trombocitopenia, hipercoagulabilidad y aumento transitorio de las enzimas hepáticas.

En las formas crónicas, secundarias a tratamientos prolongados, se describen hepatomegalia, ictericia por colestasis centrolobulillar, esplenomegalia, trombocitopenia, leucopenia, aumento transitorio de las pruebas de función hepática, síndrome de sobrecarga y depósito de pigmento pardo en el tejido reticuloendotelial hepático.

Durante la nutrición parenteral se pueden producir múltiples trastornos hidroelectrolíticos: hiperpotasemia, hipopotasemia, hiperfosfatemia, hipofosfatemia, acidosis metabólica, hipomagnesemia (Ver Módulo de Trastornos endocrinometabólicos).

**Complicaciones trombóticas.** Con el empleo de nutrición parenteral durante períodos prolongados de tiempo se han descrito complicaciones trombóticas, que incluyen desde las venas periféricas hasta la vena cava superior, con un síndrome oclusivo total o parcial. El diagnóstico se confirma por Ecodoppler o flebografía y se debe realizar heparinización sistémica para prevenir el tromboembolismo pulmonar. La hipercoagulabilidad de la sangre durante la nutrición parenteral se ha atribuido a un aumento de la actividad procoagulante de los monocitos.

## BIBLIOGRAFIA

A.S.P.E.N. Board of Directors: Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. J Parent and Ent Nutr 26:Suppl 1: 1-2002

Cerra F., Rios Benitez M., Blackburn G.: Applied nutrition in ICU patients. A consensus statement of the American College of Chest Physicians. Chest 111:769-1997

Dhaliwal R., Jurewitsch B., Harrietha D.: Combination enteral and parenteral nutrition in critically ill patients: harmful or beneficial? A systematic review of the evidence. Intensive Care Med 30:1666-2004

Detsky A., Baker J., O'Rourke K.: Perioperative parenteral nutrition: a meta-analysis. Ann Intern Med 107:195-1987

Driscoll D., Blackburn G.: Total parenteral nutrition 1990. A review of its current status in hospitalised patients, and the need for patient-specific feeding. Drugs 40:346-1990

Drumi W., Fischer M., Ratheiser K.: Use of intravenous lipids in critically ill patients with sepsis without and with hepatic failure. J Parent and Ent Nutr 22:217-1998

FELANPE Comité Educativo: Terapia Nutricional Total. Santa Fé de Bogotá, 1997



- Forbes A.: Parenteral nutrition: new advances and observations. *Curr Opin Gastroenterol* 20:114-2004
- Forbes A.: Parenteral nutrition. *Curr Opin Gastroenterol* 22:160-2006
- Griffiths R.: Is parenteral nutrition really that risky in the intensive care unit? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 7:175-2004
- Guenst J., Nelson L.: Predictors of total parenteral nutrition induced lipogenesis. *Chest* 105:553-1994
- Hiele M.: Perioperative nutritional support. *Acta Clin Belgica* 52320-1997
- International glutamine symposium. *J Parenter Enteral Nutr* 14(Suppl)139S-1990
- Kaminski M., Haase T.: Role of albumin in total parenteral solutions. *Probl in General Surgery* 8:49-1991
- Klein S., Kinney J., Jeejeebhoy K.: Nutrition support in clinical practice: review of published data and recommendations for future research directions. *J Parent and Ent Nutr* 21:133-1997
- Macfie J., Nordenstrom J.: Full circle in parenteral nutrition. *Clinical Nutrition* 11:237-1992
- Orr M., Ryder M.: Vascular access devices: perspectives on designs, complications and management. *Nutr Clin Pract* 8:145-1993
- Richet H., Hubert B., Nitemberg G.: Prospective multicenter study of vascular catheter related complications and risk factors for positive central catheter cultures in ICU patients. *J Clin Microbiol* 28:2520-1990
- Schloerb P., Henning J.: Patterns and problems of adult total parenteral nutrition use in US Academic medical centers. *Arch Surg* 133:7-1998
- Simpson F., Doig G.: Parenteral vs. enteral nutrition in the critically ill patient: a meta-analysis of trials using the intention to treat principle. *Intensive Care Med* 31:12-2005
- Varga P., Griffiths R., Chiolero R.: Is parenteral nutrition guilty? *Intensive Care Med* 29:1861-2003
- Ward B.: Parenteral nutrition. *Curr Opin Gastroent* 8:296-1992

