Nutrición parenteral en Pediatría I. Fisiología y técnica

Drs. V. H. Pacheco,* A. Valdivieso,** F. Ruza** y M. C. Martínez.**

ABSTRACT

After a historical review we analyse the metabolic basis of caloric requirements, and the requirements of carbohydrates, fats and proteins, trace elements and vitamins.

We analyse certain metabolic peculiarities in parenteral nutrition: renal solute overload, and osmolarity of solutions. Technical aspects in parenteral nutrition (central and peripheral) are explained. The control and management of parenteral nutrition are exposed. Finally, the technical and metabolic complications of parenteral nutrition are detailed. Key words: Parenteral Nutrition, Metabolic Basis in, Techniques of, Complications in.

Entendemos por nutrición parenteral la administración por vía endovenosa de nutrientes en cantidad suficiente y equilibrada, para "aportar las necesidades caloríficas diarias, corregir los déficits previos y cubrir las necesidades extraordinarias que en su caso se pueden producir". Su empleo está justificado solamente cuando sea "imposible, inadecuada o peligrosa la alimentación por vía digestiva", bien como alimentación oral o bien como alimentación enteral continua, mediante sonda nasogástrica, gastrostomía o sonda duodenal.

La nutrición parenteral se puede realizar técnicamente de diversas formas. En función de ello existen diferentes clasificaciones, para poder etiquetarla más exactamente.¹¹

1.1. Según el tipo de nutrición parenteral realizada:

Alimentación parenteral exclusiva, cuando todos los nutrientes aportados al organismo se administran solamente por vía venosa, sin ningún tipo de alimentación oral. Esta es la auténtica alimentación parenteral.

Alimentación parenteral complementaria o

mixta, cuando los aportes IV colaboran con los suministrados por vía digestiva para alcanzar el total de calorías de la alimentación. Esta modalidad se realiza siempre en la fase de retirada de una A.P. exclusiva, tiene una amplia utilidad en ocasiones de necesidades extraordinarias y/o cuando la alimentación digestiva resulta peligrosa o dificultosa.

1.2. Según la técnica (vena utilizada):

Alimentación parenteral central: Cuando la punta del catéter que utilizamos para la alimentación la situamos en aurícula derecha o en vena cava superior.

Alimentación parenteral periférica: Cuando utilizamos cualquier vena periférica, en la que perforamos los nutrientes mediante simple punción venosa.

1.3. Según el tipo de nutrientes suministrados:

Alimentación parenteral completa: Cuando administramos todos los nutrientes que normalmente constituyen una alimentación equilibrada (principios inmediatos, minerales, oligoelementos y vitaminas).

Alimentación parenteral parcial o incompleta: Cuando se suministra un nutriente determinado (pérdida específica) o una dieta endovenosa incompleta para cubrir un corto espacio de tiempo o una función orgánica específica alterada (fallo renal agudo, etc.).

*Servicio de Pediatría, Hospital Guillermo Grant B., de Concepción.

Departamento de Pediatría, Universidad de Concepción (Chile).

**Clínica Infantil "La Paz". Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Universidad Autónoma. Facultad de Medicina. Madrid, España.

2. Antecedentes históricos

El intento de administrar alimentación por vía venosa data del siglo XVII. Sir Christopher Wren fue el primero en introducir sustancias nutritivas en venas de un perro, tras el descubrimiento de la circulación sanguínea por William Harvey en 1616.⁽²⁾ Posteriormente, Claude Bernard, en 1843, introduce, por primera vez, soluciones de azúcar en animales.⁽²⁾ En 1873, Hodder inyecta leche por vía venosa en 3 enfermos de cólera, de los que se recuperó uno.^(1, 3) En 1896, Biedl y Kraus emplean solución de dextrosa en humanos.⁽¹⁾ No es muy lejana la fecha desde la que se emplea con seguridad la administración intravenosa de glucosa, tras el descubrimiento de los conceptos básicos de microbiología por Pasteur y la subsecuente aplicación de los principios de asepsia y antisepsia por Lister.⁽¹⁾

En relación con el uso de proteína, Henriques y Anderson, en 1913, fueron los primeros en usar aminoácidos con éxito en la alimentación parenteral, produciendo un balance nitrogenado positivo en animales mediante infusión de músculo digerido por extracto pancreático y agregado de glucosa, NaCl y KCl.⁽³⁾ Posteriormente, Elmans, en 1939, y Riegel y col., en 1940, emplean una solución de hidrolizado de caseína junto a dextrosa en el hombre.^(1, 3, 4) El empleo de estos hidrolizados de caseína y de fibrina es rápidamente aceptado. Posteriormente es reemplazado por la fabricación de aminoácidos sintéticos.

La administración de emulsiones lipídicas fue empleada por primera vez por Halt y col. en 1935.⁽⁵⁾ A finales de 1940 y comienzos de 1950, Siren nuevamente las usa.⁽¹⁾ En 1964 son retiradas del mercado debido a las reacciones adversas producidas por la administración prolongada de un producto preparado de infusión de aceite de semilla de algodón.⁽¹⁾ Actualmente se han obtenido (por la escuela europea) productos a base de emulsiones de aceite de soja: Intralipid, que tiene muy buena tolerancia cuando es usado con las debidas precauciones.^(6, 7, 8)

En 1967, Dudrick describe la técnica que permite la administración venosa central de soluciones de glucosa y proteínas con una elevada osmolaridad, junto a los requerimientos de electrólitos y vitaminas.^(9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)

Ultimamente se está avanzando en la correcta administración de oligoelementos, como Cu, Zn, Co, Mn, etc., a los que cada vez se confiere mayor importancia metabólica.^(16, 17)

Hoy día se emplea también la vía periférica con soluciones de menor osmolaridad.⁽¹⁸⁾ Esta técnica

podría incluso reemplazar la vía central, al dar una alimentación parenteral completa —con aporte de las necesidades grasas—, lo cual permite rebajar los aportes de hidratos de carbono y proteínas en forma de soluciones de baja osmolaridad.

3. Bases fisiológicas

Cuando se indica una alimentación parenteral en un niño es necesario tener presentes los siguientes puntos para programar las soluciones a administrar:

3.1. *Necesidades calóricas:* El consumo calórico para mantener un estado anabólico en un niño en crecimiento alimentado por vía oral, normalmente debe cubrir los requerimientos correspondientes a metabolismo basal, actividad física, crecimiento, acción dinámico-específica de los alimentos y pérdidas por deposiciones y orina. La necesidad diaria de calorías para las diferentes edades se señala en el cuadro 1.^(19, 20)

Cuadro 1

Peso (kg.)	Calorías metab. (kg./día)
RN	47 + 4
3 - 10	70 + 5
10 - 15	57 + 4
15 - 25	45 + 4
25 - 35	37 + 3
35 - 60	32 + 3
sobre 60	27 + 3

Al aportar los nutrientes por vía parenteral, se ahorran las calorías correspondientes a los mecanismos de digestión y absorción intestinal. Igualmente, debido al reposo obligado en el que están estos niños, el gasto calórico correspondiente a la actividad o ejercicio está muy disminuido. Por todo ello, los aportes de 100 cal./kg./día se ha señalado como una cifra suficiente para el recién nacido y el lactante.^(21, 22, 23, 24, 25)

En el R.N. y prematuro se acentúa al máximo el problema del aporte energético por kg. de peso corporal, por ser éste muy elevado a esta edad, coincidiendo con escasas reservas calóricas,⁽²²⁾ y estar limitada la tolerancia de grandes aportes hidrosalinos intravenosos.⁽¹⁹⁾

En etapas posteriores existe una disminución de las necesidades referidas al patrón de peso corporal kg/día.

Por el contrario, es necesario tener también presente el incremento del consumo calórico que se produce en las situaciones de stress: postoperatorios

de todo tipo, traumatismos, infección, quemaduras, etc., en los que para evitar un estado catabólico²⁰⁾ será preciso incrementar oportunamente el aporte energético.

3.2. *Necesidades hidrosalinas:* En el cuadro 2¹⁹⁾ se señalan las necesidades hidrosalinas normales diarias por cada 100 calorías metabolizadas. Con el llamado aporte hidrosalino de "mantenimiento" se

cubren las necesidades de agua y electrolitos en base al concepto de calorías metabolizadas, de Darrow. En este concepto se representan las calorías que se consumen en el metabolismo basal, más las que se utilizarán en mantener las variaciones de la temperatura corporal, así como una mínima actividad física (niño en una cama con goteo), etc.

Como vemos en el cuadro 2, por cada 100 calorías que se metabolizan se necesitan 140 ml. de agua.^(19, 20)

Como en la alimentación parenteral damos una cifra elevada de calorías, aproximadamente 100 cal./kg./día, el aporte hídrico que se necesitará será de 140 ml./kg./día. Esto viene matizado igualmente en función de la osmolaridad de los sueros y la vía venosa que utilizemos. Los sueros de alta osmolaridad precisaron obligadamente una vena de grueso calibre y alto flujo del tipo de las venas cavas: alimentación parenteral central.^(9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 26) Por el contrario, si utilizamos sueros con osmolaridad inferior a 800-1.000 mOs/litro, podremos administrarlos por una vena de pequeño calibre y bajo flujo: alimentación parenteral periférica. Para facilitar esta técnica se ha llegado a administrar de 200-250 ml./kg./día^(18, 20) tras incrementos lentos y progresivos.

Los electrolitos deben suministrarse de acuerdo a las necesidades por 100 cal. metabolizadas. Se añadirán los correspondientes a pérdidas extraordinarias (diarrea, vómitos, fístulas gastrointestinales, etc.)⁽¹⁹⁾ Los valores promedios de pérdidas por vía digestiva se exponen en el cuadro 3. De cualquier manera, el aporte electrolítico no debe constituir una sobrecarga de solutos al riñón (véase más adelante) (4.1.).

Cuadro 2

Agua	Por c/100 cal. metaboliz.
Pérdidas insensibles	
— Pulmonares 13	
— Piel 30	43 ml.
Sudor (usual)	20 ml.
Orina	87 ml.
Deposiciones	0 - 10 ml.
Total	150 ml.
Agua metabólica	- 10
	140 ml.
Electrólitos	
Sodio	3 mEq.
Potasio	2 - 3 mEq.
Cloro	3 mEq.

(Modificado de (Winters))

Cuadro 3

Promedios de pérdidas por vía digestiva (iones)

	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
Jugo gástrico	60 (9-116)	9 (0-32)	84 (8-154)
Intestino delgado	111 (82-148)	4,6 (2- 8)	104 (43-137)
Ileostomía (reciente)	129 (105-144)	11 (6-29)	116 (90-136)
Ileostomía (adoptada)	46	3	21
Bilis	149 (131-164)	5 (3-12)	101 (89-108)
Páncreas	141 (113-153)	4,6 (3- 7)	77 (54- 95)

Reproducido de Cole, W. G., y Ramos, J. (Surgical Clin. North America, febrero 1962).

Igualmente, debe tenerse presente, en la alimentación parenteral, la administración de otros electrolitos, como son el Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, fosfatos y

sulfatos, que son importantes para las diversas funciones metabólicas. Su déficit se deja sentir tras la falta de aportes por un período prolongado, como

se ha visto en la alimentación parenteral.^(16, 17, 27, 28) Las necesidades calculadas para vía endovenosa son: Calcio 2-4 mEq/kg./día; Fósforo: 3-6 mEq/kg./día y Magnesio: 0,5-1 mEq/kg./día^{5, 6, 27, 28)} que señala las necesidades basales y el aumento de los requerimientos en caso de pérdidas moderadas o excesivas.

También se debe tener presente el estado ácido-base del paciente. Alteraciones electrolíticas principalmente dependientes del Cl^- y del K^+ pueden condicionar desajustes en el equilibrio ácido-base. Un control correcto de los aportes y las pérdidas previene esta problemática. Pero la complicación más frecuente —principalmente en los primeros años de utilización de la Alimentación Parenteral— fue la acidosis metabólica secundaria a un aporte excesivo de proteínas, bien debido a la cantidad global de las mismas,⁽²⁹⁾ o bien a la influencia de ciertos aminoácidos ricos en enlaces $-\text{SH}$.⁽³⁰⁾ Actualmente, con la reducción de los aportes proteicos no se plantea este problema.

3.3. Necesidades Energéticas (Principios Inmediatos): En los aportes energéticos por vía oral, el porcentaje de principios inmediatos en el mundo

occidental oscila: 50% de hidratos de carbono, 35% de lípidos, 15% de proteínas.

En la Alimentación Parenteral, los porcentajes aproximados de los distintos principios inmediatos son aproximadamente: 70% de hidratos de carbono, 20% de grasas y 10% de proteínas.

La metabolización de los hidratos de carbono y de las grasas produce un aporte energético de 4 y 9 calorías por gramo, respectivamente. Como producto final de su metabolismo dan CO_2 y H_2O . Las proteínas producen 4 calorías por gramo, y como principal metabolito terminal generan urea, que precisa una eliminación renal, hecho a tener presente en la valoración de la sobrecarga de solutos a este órgano durante la alimentación parenteral.⁽³¹⁾

En el cuadro IV se presentan en forma de gr./kg./día los aportes de los tres principios inmediatos y su repercusión energética en las dos técnicas de AP (Central y Periférica) en el niño. Estos valores serían válidos para una alimentación parenteral completa con los 3 principios inmediatos administrados diariamente. Vemos cómo existen variaciones en función del tipo de técnica utilizada: Central o Periférica.

Cuadro 4

Aporte de los tres principios inmediatos en la AP en el niño

	AP Periférica		AP Central	
	g./K/d.	Cal./K/d.	g./K/d.	Cal./K/d.
Hidratos de carbono	18	72	24	96
Proteínas (AA)	2,5	11	2,5	11
(N_2)	0,3		0,3	
Grasas	2	18	2	18
Total		101		125

a) Los Hidratos de Carbono

Los Hidratos de Carbono constituyen el principal aporte energético en la A.P. Existen diferentes tipos de Hidratos de Carbono para aplicación en A.P. El más recomendado es la glucosa. Constituye el monosacárido que utiliza el organismo más ampliamente. Tiene una metabolización inmediata por el sistema nervioso central. Como inconveniente precisa la acción de la insulina para su metabolización en muchos órganos, sin embargo, esto presenta

una faceta positiva, al estimular el anabolismo corporal.⁽³²⁾

Otro Hidrato de Carbono que también se ha utilizado es la fructosa. Presenta el inconveniente de su rápida metabolización con producción de ácido láctico (acidosis láctica).

Igualmente se han utilizado alcoholes como etanol, sorbitol, y xilitol. Su metabolización, aunque produce mayor aporte calórico que la fructosa: 7 calorías/gramo, tiene los mismos inconvenientes que los descritos en ésta, y no se recomienda su uso

rutinario. Sin embargo, todos ellos pueden entrar en consideración en ciertas circunstancias.^(33, 34, 35)

b) Los Lípidos

Los Lípidos constituyen un segundo principio inmediato importante en la nutrición, de forma obligada, deben proveer los ácidos grasos esenciales: ácidos linoleico, linolénico y araquidónico. Los diversos preparados utilizados están formados por una solución acuosa isotónica de aceite de semilla de soja, emulsionado por lecitina de yema de huevo más un agregado de glicerol, xilitol o sorbitol, para proporcionar la isotonicidad.^(15, 27, 35, 36, 37)

Los autores que no han empleado estos preparados han prevenido el déficit de ácidos grasos esenciales mediante transfusiones de plasma fresco, 1-2 veces por semana.^(18, 25, 36) si bien este proceder entraña alto riesgo infectivo (hepatitis) y elevado costo económico, lo que hace que no sea recomendable.

Debido a que se han descrito innumerables reacciones tóxicas por lípidos, se ha recomendado que la dosis diaria de éstos no sea superior a 2 gr./kg./día. El porcentaje de aporte calórico no debe superar el 30% del total. La duración del tratamiento no debe ser superior a 15 días seguidos. La velocidad de administración debe ser lenta.^(17, 8) La "International society of Parenteral Nutrition" considera como requisitos de una emulsión lipídica los siguientes: debe ser libre de componentes tóxicos; el tamaño de las partículas no superior a una micra (Kilomicrones); no debe generar efectos secundarios; la temperatura del enfermo no debe elevarse más de 1°C; al cabo de 24 horas de lipemia debe alcanzar valores normales. El único preparado que actualmente reúne estos requisitos y por tanto garantías —también avaladas por la experiencia— para su infusión es el INTRALIPID.^(6, 39) El Intralipid es una emulsión de aceite de soja, que tiene como emulsionantes lecitina de yema de huevo y glicerol. Existe en dos presentaciones al 10% y 20% (Cuadro 5).

c) Las Proteínas

Las Proteínas que se administren es importante que contengan todos los aminoácidos esenciales, así como un porcentaje de AA no esenciales, que proporcionen una cantidad de N₂ adecuada. Es importante considerar la cantidad de calorías que se administran por gramo de N₂; el aprovechamiento máximo se obtiene cuando esta relación es de un gramo de N₂/150 cal. o un gramo de N₂/200 cal., para que no se utilicen los aminoácidos como fuente energética.^(24, 39, 40) Durante la perfusión se deben

Cuadro 5

Composición cualitativa y cuantitativa de la emulsión grasa de aceite de soja (Intralipid) (Tomado de la Casa Vitrum - Suecia)

Composición 1.000	Intralipid 10%	Intralipid 20%
Aceite de semilla de soja	100 g.	200 g.
Lecitina de yema de huevo (Fosfátidos)	12 g.	12 g.
Glicerol	25 g.	25 g.
Agua de inyección, C.S.p	1.000 c.c.	1.000 c.c.

suministrar alrededor de 0,02-0,03 gramos de N₂/kg/hora; de este modo el organismo aprovecha el 80-90% de los aminoácidos.⁽³⁹⁾

Se debe considerar la cantidad y proporción de todos y cada uno de los AA. El total de AA esenciales (E), debe tener una relación con el total de N₂ que aportemos (T), (Relación E/T), superior a 3. Las proteínas que tienen una relación E/T superior a 3 se llaman de alto valor nutritivo.⁽⁴¹⁾

Por otra parte, se han estudiado aisladamente las cantidades de AA que se necesitan. Como fuente de información se han considerado las recomendaciones de Rose (1957), los datos de Hold-Snyderman,^(5, 6, 28) las necesidades de oposición de sustancias en el neonato nacido prematuramente.⁽⁴¹⁾

Como proteínas patrón se han considerado la Proteína de Yema de Huevo y/o la leche de mujer, considerando que reúnen una composición idónea.

En el Cuadro VI exponemos la lista de los AA esenciales en todas las circunstancias, así como la de otros AA que por precisarse de forma obligada sólo en determinadas ocasiones se denominan semi-esenciales.⁽⁶⁾

Los primeros preparados de aporte proteico fueron los hidrolizados de caseína o de fibrina, proteínas de alto valor proteico. Actualmente todos los preparados de hidrolizados lo son a expensas de caseína. La mayor ventaja que presentan es la baja osmolaridad de estas soluciones que permiten su utilización periférica. El mayor inconveniente es el tener una composición de AA cuantitativa y cualitativamente variables y desconocidas. Sin embargo, hoy día la tendencia más extendida es la de utilizar soluciones sintéticas de aminoácidos, en los cuales se aportan AA en cantidad y concentración conocida.

Las cantidades de aporte proteico recomendables en el recién nacido y en el niño pequeño son de 2,5 gramos/kg/día, equivalentes a 330 mg/kg/día de N₂.^(6, 42)

Cuadro 6

AA esenciales y semiesenciales en el niño

Isoleucina	
Leucina	
Valina	
Lisina	AA esenciales
Metionina	
Fenil alanina	
Treonina	
Triptofano	
Cisteína	AA esencial en el feto
Tirosina	AA esencial en el prematuro
Histidina	AA esencial en niños pequeños y en estado urémico
Arginina	AA esencial para mejor utilización de los otros AA

(Modificado de A. Wretling, Estocolmo.)

3.4. Necesidades de Oligoelementos: Se han descrito 14 elementos minerales esenciales que se necesitan en cantidades mínimas: Hierro, yodo, zinc, cobre, cobalto, molibdeno, selenio, manganeso, cromo, níquel, vanadio, estaño y flúor. Respecto a sus funciones metabólicas, forman parte de metaloenzimas, o tienen una función estructural, formando parte de ácidos nucleicos, porfirinas, hormonas, vitamina B₁₂, etc. Se conocen las necesidades por vía oral, de sólo algunos de ellos: hierro, yodo, zinc, cobre, manganeso, cromo y flúor.^(5, 16, 17) En el Cuadro 7 se exponen las necesidades recomendadas para la vía intravenosa.²⁷

Cuadro 7

Necesidades RN y lactante (M mol/kg./día)

	Necesidades basales	Pérdidas + NB
Hierro	2,0	3,0 - 4,0
Yodo	0,04	0,1
Zinc	0,6	1,5
Cobre	0,3	—
Manganeso	0,3	1,0
Molibdeno	2,0 - 4,0	4,0 - 6,0
Cromo	0,01	—
Flúor	3,0	—

Se han descrito signos de déficit de oligoelementos en la desnutrición calórica-proteica, en die-

tas elementales, en prematuros y en la alimentación parenteral total. En esta última se han encontrado bajos niveles séricos de cobre y zinc, en alimentación parenteral de alrededor de 60 días;⁽⁵⁾ de manera que serían los elementos que mayor importancia tienen en ser administrados durante la alimentación parenteral completa.

Los oligoelementos se pueden administrar mediante soluciones preparadas con esta finalidad,⁽⁶⁾ aunque otros autores al igual que con los ácidos grasos esenciales los proporcionan mediante transfusiones de plasma o sangre fresca, 1 ó 2 veces por semana.^(18, 20, 39) Actualmente este proceder es rechazable, por los riesgos de hepatitis que representan las transfusiones múltiples y la carestía que suponen.

3.5. Necesidades de vitaminas: En alimentación parenteral hay pacientes que han presentado deficiencias de vitaminas hidrosolubles al cabo de 2-3 semanas de tratamiento.⁽⁵⁾ Para las vitaminas liposolubles el plazo es algo mayor.⁽⁵⁾

Las necesidades orales son bien conocidas. Para la vía venosa se han hecho las siguientes recomendaciones (Cuadro 8).⁽²⁷⁾

Las vitaminas se administran en la solución parenteral mediante preparados comerciales que llevan las hidrosolubles y las liposolubles conjuntamente. Aquellas que no estén contenidas en el preparado I.V., como la Vitamina K, el ácido fólico y la cianocobalamina, deben administrarse por vía I.M. a intervalos regulares de tiempo. Deben proporcionársele al paciente desde el comienzo de la alimentación parenteral.⁽⁵⁾

4. Peculiaridades Metabólicas a considerar en la Alimentación Parenteral.

4.1. Sobrecarga de Solutos al Riñón: En la alimentación parenteral, así como en la oral, debe considerarse este concepto fisiológico a fin de no sobrecargar el riñón del R.N. y lactante pequeño que concentra la orina hasta unos 600-700 mOs/litro, lo cual significa, que una oferta mayor de solutos al sobrepasar el tope de concentración de la orina eliminará los solutos a expensas de una diuresis osmótica, lo cual produce deshidratación generalmente de tipo hipertónico. Los solutos que tienen eliminación preferentemente renal⁽³¹⁾ son la urea y ciertos electrólitos. De acuerdo al concepto de Fomon,⁽³¹⁾ es posible calcular la sobrecarga total de solutos al riñón en base a las proteínas y electrólitos proporcionados por la dieta o la solución de alimentación parenteral, sabiendo que 1 gramo de proteína proporciona 4 mOs en forma de urea y que cada

Cuadro 8

Necesidades RN y lactante (Kg /día)

	Necesidades basales	Pérdida + NB
<i>Tiamina</i>	0,05 mgr.	0,1 - 2,1 mgr.
<i>Riboflavina</i>	0,08 mgr.	0,2 - 0,4 mgr.
<i>Nicotinamida</i>	1,0 mgr.	2,0 - 4,0 mgr.
<i>Pridotina</i>	0,1 mgr.	0,2 - 0,6 mgr.
<i>Acido fólico</i>	20 mcg.	40 - 50 mcg.
<i>Cianocobalamina</i>	0,2 mcg.	0,4 - 5,0 mcg.
<i>Acido pantoténico</i>	1,0 mgr.	2,0 - 2,0 mgr.
<i>Biotina</i>	30 mcg.	60 - 60 mcg.
<i>Acido ascórbico</i>	3,0 mgr.	6 - 20 mgr.
<i>Retinol</i>	0,1 mgr. (333 UI)	0,1 - 0,15 (333-500 UI)
<i>Ergocalciferol o</i>		
<i>Colecalciferol</i>	2,5 mgr. (100 UI)	2,5 - 2,5 (100 UI)
<i>Fitilmenaquinona</i>	50 mgr.	50 - 150
<i>Tocoferol</i>	1,0 UI	1,0 - 1,5 UI

miliequivalente de Na, K y Cl producen un miliosmol más.⁽³¹⁾ Según la fórmula:

$$\text{SRTS mOs} = (\text{g. proteínas} \times 4) + (\text{mEq Na} + \text{K} + \text{Cl}) \quad (1)$$

en ella no se suman los restantes electrólitos y oligoelementos, porque se hace una composición con los mEq de Na, K y Cl proporcionados que normalmente se retienen por el organismo.

Es posible también, conociendo la SRTS, calcular la osmolaridad urinaria en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Ou} = \frac{\text{S}_T - \text{Scr}}{\text{H}_2\text{O}_T - \text{H}_2\text{O P.i.}}$$

$$\text{Ou} = \text{Concentración Urinaria} \quad (2)$$

S_T = Solutos totales de dieta o parenteral (Ver fórmula 1)

Scr = Solutos del crecimiento. Por cada gramo de peso que aumente el crecimiento diario se retienen 0,9 mOs de solutos (0,9 $\times$ gramo de peso que aumente el crecimiento diario).

H_2O_T = Agua total (líquidos aportados)

$\text{H}_2\text{O}_{P.i.}$ = Agua de la Perspiración insensible. (30-50 ml/kg/día).

El agua de oxidación y la de las heces se equilibran mutuamente. Ello puede valernos para garantizar la corrección de los aportes I.V. que estamos programando a un sujeto determinado.

4.2. Osmolaridad de la solución empleada: Concepto que interesa principalmente para la elección de la vía de administración de la solución; vía central o periférica. En el caso de una solución con una

osmolaridad superior a 1.000 mOs/litro se debe usar obligadamente una vena central (vena cava superior o aurícula derecha), que al tener gran flujo permite una adecuada disolución.

La osmolaridad de la solución se calcula sumando los aportes en mOs/kg/día proporcionados por: la glucosa (5,5 mOs por gramo de glucosa), es decir: g/kg/día $\times$ 5,5; proteínas (mOs por gramo de AA), g/kg/día $\times$ 11, y los mEq/kg/día de cada uno de los iones, relacionándolo con el líquido aportado por kg/día; mediante regla de tres se calcula la osmolaridad por litro.⁽²⁰⁾

5. Preparación de la solución para Alimentación Parenteral.

Las necesidades diarias indicadas para los diversos principios, pasan a ser responsabilidad del farmacéutico para la fabricación de la solución. (Véase 2.)

La preparación y uso de la solución debe cumplir con los siguientes requisitos: a) debe estar exenta de gérmenes y pirógenos; b) no debe contener productos precipitados; c) debe mantenerse refrigerado a temperatura de $+4^\circ\text{C}$ antes de su utilización para evitar la proliferación bacteriana y de *Candidas Albicans*; ya que se ha demostrado la proliferación de estos hongos a las 24 horas de mantenerse una solución proteica a la temperatura ambiente;⁽⁴³⁾ d) se ha recomendado el fraccionamiento en 2 frascos, de las necesidades para 24 horas, a fin de evitar este último inconveniente.⁽⁴³⁾

6. Técnicas y Vías de Administración de las Soluciones para Alimentación Parenteral.

El volumen de solución calculado para las 24 horas debe ser administrado a una velocidad constante, para lo cual es preciso se perfunda mediante bomba de infusión IV, independiente de la vía venosa que utilicemos. Cuando los líquidos a perfundir tengan una alta osmolaridad (altos aportes energéticos disueltos en escasa cantidad de agua) tendremos que utilizar una vena de gran calibre, y por el contrario, si el volumen de líquidos IV es grande, la osmolaridad de la solución se reduce y podremos valernos de venas periféricas.

6.1. Vía Central: Ideada por Dudrick y col. en 1967,⁽⁹⁾ permite la administración de soluciones con elevada osmolaridad, mediante un catéter en vena cava superior o aurícula derecha. Debido a que no se usan lípidos, se ha tenido que recurrir a un aumento de la concentración de los hidratos de carbono como fuente energética, lo cual eleva considerablemente la osmolaridad.^(44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55)

De este modo se llega a proporcionar hasta 24 g/kg/día. Esta cifra se debe alcanzar de forma progresiva. Partiendo de 12 g/kg/día, se aumentarán 1-2 g/kg/día cada nuevo día.⁽²⁰⁾ Aproximadamente en 6-7 días se alcanzará el tope de aportes. Las necesidades del resto de los nutrientes (proteínas, oligoelementos y vitaminas) son las ya descritas, que se mantendrán en los valores recomendados desde el 2.º-3.º día de parenteral.

ASPECTOS TECNICOS: La colocación de la terminación de un catéter en la aurícula derecha o en vena cava superior, se realizará desde: a) Venotomía de yugular externa o interna, en la unión del 1/3 medio con el 1/3 inferior del cuello con creación de un túnel subcutáneo. b) Venotomía de vena basilíca, introduciendo catéter hasta aurícula derecha o vena cava superior. Creación de túnel subcutáneo.

Cateterización de la vena: Se introduce catéter de plástico que sepamos que se tolera largo tiempo por el organismo (polipropileno, polietileno, cloruro de polivinilo, etc.) según las técnicas clásicas de venotomía. Se avanza el catéter hasta ubicarlo en el lugar deseado. Se realiza comprobación radiológica (catéteres con línea radioopaca o rellenos de contraste radioopaco). Se fija la salida del catéter a piel de forma segura. En el punto de salida se coloca un apósito con Betadine (antibacteriano y fungicida). El catéter se conecta a un sistema de goteo con un filtro Millipore de 0,22 micras.^(5,9) Se completa el circuito con el frasco o bolsa con los

nutrientes, y una bomba de infusión (Esquema I). Por tanto, esta técnica requiere:

ESQUEMA I:

1. UNIDAD DE N.P.	5. FILTRO HILIPORE
2. CAMARA DOSIFICADORA (MICROGOTEO)	6. CATETER CENTRAL
3. SENSOR DE LA BOMBA	7. TUNEL SUBCUTANEO
4. BOMBA DE PERFUSION	8. CATETER (PUNTA) EN AURICULA DCHA.

Esquema del montaje de una Alimentación Parenteral Central en el niño.

a) Cuidados de asepsia máxima a fin de reducir los riesgos de infección.⁽⁵⁶⁾

b) Como hemos dicho, la solución debe pasar a través de un filtro antibacteriano Millipore de 0,22 micras, que debe cambiarse cada día. Cambio de apósitos y colocar betadine en el sitio de entrada del catéter diario.^(5, 9, 44, 56)

c) Bomba de infusión, que permite su administración a una velocidad continua.^(5, 9)

d) Administración de lípidos por lo menos 2 veces por semana.⁽⁹⁾ Lo correcto es la administración diaria de lípidos. No parece aconsejable el método de aportar ácidos grasos y/o oligoelementos mediante transfusiones semanales de plasma, tanto por el aporte insuficiente e incorrecto de las mismas, como por el elevado costo económico y riesgo de contagio de hepatitis.

6.2. Vía periférica: Permite la administración de soluciones con una osmolaridad alrededor de 600-800 mOs/litro, a través de cualquier vena periférica.^(21, 24, 57, 58, 59)

Esta vía permite la administración de todas las

necesidades nutrientes, tan sólo con un aumento de las necesidades hídricas a 166 ml./kg./día, manteniendo el aporte calórico en 101 cal./kg./día.⁽²¹⁾

Los lípidos se administran en un frasco separado por un tubo en Y conectado al sistema de infusión, dado que las partículas grasas no atraviesan el filtro de 0,22 micras del sistema. Otros autores, que no usan lípidos, han administrado soluciones que proporcionan los requerimientos de los hidratos de carbono, hasta 32 gr./kg./día.⁽¹⁹⁾ La disminución de la osmolaridad de la solución la han conseguido en base a un aumento considerable del aporte hídrico a 200-250 ml./kg./día, lo que debe lograrse en forma progresiva.

El resto de los requerimientos son los señalados.

La técnica consiste en: Punción venosa con una aguja Butterfly N.º 25. Se mantiene lo máximo que aguante en cada vena. Requiere de los mismos cuidados de asepsia indicados para la vía central. En lo posible debe usarse una bomba de infusión. Deben administrarse lípidos 2 veces por semana.^(9, 39)

7. Controles a realizar durante la Alimentación Parenteral.

Estando hoy día demostrado a niveles clínicos, metabólico y experimental, la eficacia de la alimentación parenteral,^(5, 6, 9, 21, 24) parece innecesario establecer controles muy rigurosos a tales niveles en cada paciente. Por tanto, nuestra tendencia actual es establecer controles que sean eminentemente prácticos y de base clínica, que nos permitan conocer la respuesta de cada paciente a esta técnica. Resumiremos, sin embargo, una lista de las posibilidades de control durante la alimentación parenteral.

7.1 *Control de constantes fisiológicas:* Temperatura, Pulso, Respiración y, presión arterial, se puede controlar cada 6-8-12 horas,⁽²⁰⁾ según la situación clínica de cada paciente.

7.2. *Control de crecimiento Pondo-estatural^{(5):}*

a) peso, de riguroso control diario.

b) talla y perímetro craneal, su control será semanal o cada 15 días.

7.3. *Controles metabólicos^(5, 10, 18, 20, 35, 38, 45, 46, 55, 60, 61, 62)*

a) *Agua:* Mediante BALANCE HIDRICO: entradas y salidas: Se realizará diariamente.

b) *Electrolitos (Na, Cl y K):* séricos y urinarios, se analizarán durante los primeros días de AP y posteriormente con una secuencia semanal.

c) *Osmolaridad* en sangre y orina y relación osmolaridad urinaria/osmolaridad plasmática (Ou/Op) para estudiar el estado hidrosalino y la función renal. Control diario durante los primeros días y posteriormente semanal.

d) *Hidratos de carbono:* Determinación de glicemia por micrométodo (Labstix) y glucosuria (Dextrostix), cada 8 horas. De esta forma podremos alcanzar el valor máximo de aporte IV de glucosa, que no produzca glucosuria.

e) *Proteínas:* Balance Nitrogenado de ingresos y salidas, siempre que queramos diferenciar si el aumento de peso se debe a retención de agua (edemas) o es un auténtico incremento ponderal (aumento de masa corporal).

Otros análisis pueden ser:

—Determinación semanal de BUN o Urea, y Creatinina en sangre.

—Determinación de N₂ total (Urea, Creatinina y NH₃) en orina. Con frecuencia variable, hasta llegar al valor máximo de administración de proteínas; a continuación con una secuencia semanal o quincenal.

—Análisis de Aminoácidos en Sangre y Orina: potestativo o con una frecuencia variable en casos muy especiales.

—Determinación de proteínas en sangre y relación Albúmina/Globulina, inicialmente cada quince días.

— Determinación de pH y gases en sangre, cada 2-3 días, debido a que se ha producido acidosis metabólica para algunas soluciones proteicas.^(29, 30)

f) *Lípidos:* Determinación de lipemia y colesterolemia de forma variable hasta llegar al valor máximo de administración de lípidos; luego semanal.

— Determinación cromatográfica de ácidos grasos, para conocer sus niveles plasmáticos y/o valorar alteraciones de su metabolismo.

g) *Metabolismo Fosfo-Calcio:* Calcio, Fósforo y fosfatasas alcalinas semanal o quincenal.

h) *Oligoelementos (Zn y Cu)* y otros metales, si se desean investigar sus deficiencias.

7.4. *Hematológicos:*

a) Hemoglobina, hematocrito y leucocitos cada 2-3 días al inicio, posteriormente de forma semanal.

b) *Coagulación:* De acuerdo a la clínica.

7.5. *Función Hepática:*

a) Transaminasas

b) Bilirrubina

c) Tiempo de protrombina

quincenal, pudiendo realizarse semanal, según evolución clínica y analítica.

7.6. *Bacteriología, Hongos:*

a) Hemocultivos para Bacterias y Hongos.

b) Urocultivos (*Cándida Albicans*).

c) Otros cultivos bacteriológicos (Frotis faríngeo y nasal, Frotis umbilical, coprocultivo, etc.).

Se solicitan ante la primera sospecha de cuadro infeccioso.

7.7. Radiografía de Tórax: Tras inserción del catéter para ver ubicación del mismo en la técnica central. Ante patología pulmonar sobreañadida, sospecha de movilización del catéter central o alguna otra circunstancia clínica que la aconseje.

8. Manejo de la técnica de alimentación parenteral.

8.1. Referente a las soluciones: Las soluciones procedentes de farmacia deben ser manipuladas con esmero. Hasta su puesta al paciente deben conservarse en nevera a temperaturas entre 4-12° C. No se utilizarán como vehículo para aportar medicamentos; ni mediante tubo en Y, simultáneamente con transfusiones, etc. Antes de su inmediata puesta al paciente, se mantendrán a temperatura ambiente, para que de nuevo adquieran temperatura normal. Se observará si tienen en suspensión alguna(s) partícula(s), si está turbio o si ha variado de color (si adquiere color marrón).

8.2. Referente a montaje del catéter y sistemas: Se realizará con estricta asepsia, tal como ya ha sido comentado. Se controlará radiológicamente la situación de la punta terminal del catéter. Se conectará el catéter al resto del sistema, con bomba incluida, montados igualmente con técnica estéril.^(44, 63)

Una vez fijado el catéter en su posición correcta, se cubrirá su salida con apósitos que se cambiarán, extremando la asepsia, cada 24-48 horas.^(5, 44, 63)

8.3. Referente a la programación: Es muy importante el mantenimiento de una cifra constante de infusión, mediante bomba de infusión que impulsa la solución a través del filtro del sistema, a la vez que garantiza un flujo constante. Si en algún momento se produjese algún desfase entre el volumen perfundido y el programado, no recuperar bruscamente esta diferencia, pues provocaríamos una sobrecarga, con el riesgo subsiguiente de diuresis osmótica.

Si bruscamente apareciese fiebre de causa no filiada o justificada, se practicará un chequeo bacteriológico (hemocultivo, urocultivo, coprocultivo, etc.), con cultivo del líquido de NP, y se instaurará tratamiento antibiótico.⁽⁴⁴⁾ Deben vigilarse de forma especial las *Cándidas*. Una vez conocido el germen, se adaptará convenientemente el tratamiento antiféccioso. Si no responde a éste, se debe retirar el

catéter, pasando la NP a la vía periférica. Igualmente podrá adaptarse la NP a la situación infectiva. Una vez superada la fase de la infección, se podrá reinstaurar la técnica central.

9. Indicaciones de la alimentación parenteral.

La indicación esencial o más importante la constituye la imposibilidad o dificultad de proporcionar una alimentación oral (ya sea por boca, sondaje o gastrostomía),⁽⁵⁾ por un espacio prolongado de tiempo, en el que se desarrollará un estado catabólico. Así, se ha descrito su uso en afecciones gastrointestinales congénitas,^(3, 11, 18, 35, 38, 46, 51) (atresia esofágica con fistula traqueoesofágica, obstrucciones intestinales, etc.) y adquiridas^(2, 3, 11, 13, 18, 61) (pancreatitis, fistulas de intestino delgado, obstrucción intestinal, etc.), en espera de proceder a su corrección quirúrgica. Otra indicación es cuando se precise reposo del tubo digestivo; de este modo se ha empleado en la anterocolitis necrotizante,^(18, 52) diarrea crónica inespecífica,^(33, 35, 38, 51) afecciones metabólicas congénitas, fistulas de intestino delgado, etcétera.^(64, 65) Aunque su empleo preferente se ha señalado en patología gastrointestinal, hay otros cuadros con aumento significativo de las necesidades calóricas de Nitrógeno y/o de otros nutrientes, siendo insuficiente la vía oral.⁽⁶⁵⁾ Así se ha indicado en casos de prematuridad extrema, desnutrición grave, quemaduras extensas,^(5, 14) pacientes intensivos en estado hipercatabólico,^(29, 38, 61) etc.

Por último, algunos autores han tratado con éxito la uremia e hiperkalemia de la insuficiencia renal aguda con infusiones intravenosas de glucosa y aminoácidos, reduciendo la necesidad de la diálisis.^(19, 28, 61)

10. Complicaciones de la alimentación parenteral.

10.1. Derivadas de la técnica empleada: En la alimentación parenteral periférica no se han descrito complicaciones con un manejo adecuado. En la alimentación parenteral central se han descrito las siguientes complicaciones:

10.1.1. Perforación de vena cava superior.

10.1.2. Embolia aérea.⁽⁶⁶⁾

10.1.3. Neumotórax^(4, 53) con cateterización a través de función percutánea de vena subclavia.

10.1.4. Mala ubicación y desplazamiento del catéter, lo que permite la trombosis al quedar localizada en una vena de menor calibre.^(35, 69)

10.1.5. Trombosis venosa con tumefacción del territorio venoso correspondiente.^(14, 53, 66)

Se ha descrito como más peligrosa en casos en que se ha cateterizado la vena cava inferior. La trombosis venosa obliga a la retirada del catéter. Se han descrito algunos casos de embolia, pero sin mayores peligros.

10.1.6. Infección: a) Local,⁽⁶⁷⁾ en el sitio de entrada del catéter en la piel. b) General: septicemia,^(3, 12, 35, 38, 46, 52, 53, 63, 66, 67, 68) ya sea por bacterias gram⁽⁺⁾ y gram⁽⁻⁾ y *Candida albicans*, favorecida por la desnutrición y por irritación de las paredes venosas por soluciones hiperosmolares en el sitio de implantación del catéter. Se han descrito cifras variables de septicemia: 29%⁽⁶⁶⁾ en adultos y 8%⁽³⁵⁾ a 16%⁽³⁸⁾ en niños. Se han encontrado cultivos positivos de catéteres en el 5,2%⁽⁶⁷⁾ - 5,9%⁽⁶⁹⁾ de los casos.

10.2. Metabólicas:

10.2.1. Por hidratos de carbono:

a) glucosa:

— Hiperglicemia. Glucosuria, que por diuresis osmótica puede producir deshidratación y coma hiperosmótico no cetónico.^(4, 35, 52, 53, 55, 70) Por este motivo, una solución hiperosmolar en base a la glucosa debe ser administrada mediante una bomba de infusión a una velocidad continua de 0,75-1 g de glucosa/kg/hora.

— Hipoglucemia postinfusión.^(35, 46, 53, 70) La suspensión básica de la administración puede producir esta complicación debido a los elevados niveles de insulina que se han encontrado.

— Pérdida de iones, por diuresis osmótica.

b) Fructosa: Cuando ha sido empleada, debido a que su nivel de excreción renal es menor que el de la glucosa, ha tenido que ser infundida a una velocidad de 0,3 g/kg/hora. Se ha descrito acidosis metabólica e hipoglucemia, entre otras complicaciones que produce.

10.2.2. Por soluciones de proteínas:

a) Acidosis metabólica,^(29, 30, 40) derivada de los radicales SH⁻ de las AA azufrados, del aporte amoniacal, pero esencialmente del Cl⁻ y del HCl de la solución de AA cristalinos (acidosis metabólica hiperclorémica).⁽⁷⁰⁾

b) Hiperamonemia: Derivada del excesivo amonio en las soluciones de hidrolizados de proteínas,^(70, 71, 72) deficiencia de arginina, ornitina, ácido aspártico y ácido glutámico en las soluciones de aminoácidos cristalinos; por defecto hepático primario. El NH₃ se metaboliza transformándose en urea y también se transforma en ClNH₄ en el riñón; es importante considerar la sobrecarga que presenta para el riñón del RN y lactante menor.

c) Azoemia prerrenal: Por infusión excesiva de hidrolizado de proteínas o aminoácidos.⁽⁷⁰⁾

d) Disbalance de aminoácidos:⁽⁷⁰⁾ Aminoacidurias. Por el uso de una solución de nutrientes con proporción no fisiológica de aminoácidos. Si la aminoaciduria es muy intensa, puede producir diuresis osmótica.

e) Disbalance iónico, por algunos iones contenidos en las soluciones proteicas. Así un exceso de Sodio puede producir edemas y un exceso de Cloro, acidosis metabólica hiperclorémica.

El uso de soluciones proteicas esta contraindicado en el coma hepático.

10.2.3. Por emulsiones grasas:

a) Reacción precoz o coloidal.^(8, 36, 37, 39, 48) Consiste en enrojecimiento, escalofríos, fiebre, taquipnea, náuseas, vómitos, cefalea, etc. Ha sido interpretada como producida por pirógenos o reacción alérgica a una sustancia extraña. Se ha observado en el 1,6% de los casos.⁽³⁹⁾

b) Reacción tardía.^(8, 36, 37, 39, 48) Se han observado inicialmente después del uso repetido de infusiones de lípidos. Consisten en el "síndrome de sobrecarga", que se manifiesta por:

— Hepatoesplenomegalia,⁽⁸⁾ por depósito de lípidos en las células del SRE. Lo mismo se ha visto en el tejido pulmonar.^(5, 28, 36, 37)

— Hiperlipemias, con curvas de desaparición sanguínea más lentas luego de varios días de administración. La hiperlipemia desaparece con heparina, al estimular ésta la actividad de la "lipasa lipoproteica" del plasma.

— Alteración de la coagulación sanguínea: Se ha observado un aumento de ésta provocando hemorragia⁽⁸⁾ y plaquetopenias.

— Ictericia.^(5, 28)

— Anemia hemolítica.

— Elevación de las transaminasas y del test BSP.⁽⁵⁵⁾

— Elevación de las proteínas plasmáticas y de la relación albúmina/globulina.

— Aparición de pigmento en el SRE.⁽⁸⁾

Después de haber sido retiradas las primitivas soluciones lipídicas a causa de sus complicaciones, se han hecho estudios a fin de obtener un producto lo más parecido a los quilomicrosomas del plasma, así con el Intralipid (aceite de semilla de soja emulsionado con fosfolípidos de huevo) se han reducido considerablemente las complicaciones, siendo aceptado su uso primero por la escuela europea, y desde 1978 por la norteamericana.

c) Déficit sérico de ácidos grasos esenciales, ácido linoleico y ácido araquidónico, con aparición de una dermatitis. Se ha observado en casos de uso de soluciones parenterales son inadecuada administración de ácidos grasos esenciales.^(35, 70)

El uso de lípidos está contraindicado en: Hepa-

to-esplenopatías graves. Reticulohemoblastosis. Hipertiroemias, Síndrome nefrótico, Shock Diátesis hemorrágica. Trombosis. Tromboflebitis. Embazo.⁽³⁹⁾

10.2.4. Por aportes hidrosalinos:

a) Desequilibrios hídricos: Edema, Deshidratación, Edema pulmonar agudo.⁽¹⁹⁾

b) Desequilibrios electrolíticos:

— Derivados de diuresis osmótica, por una alta sobrecarga osmótica o de aportes hídricos y salinos excesivos o insuficientes. Los prototipos metabólicos por déficit más observados son: Hiponatremia, Hipocloremia, Hipopotasemia,^(52, 70) Hipocalcemia,^(35, 70) Hipofosfatemia,^(35, 70) Hipomagnesemia.⁽⁷⁰⁾

Los derivados de un aumento de los aportes: Hipercalemia,⁽⁷⁰⁾ Hiperkalemia,⁽⁷⁰⁾ Hipernatremia, etcétera.

10.2.5. Por oligoelementos: Alteraciones provocadas por déficit de:

a) Zinc: Anorexia, retardo del crecimiento.

b) Cobre: Anemia, leucopenia, anomalías óseas (radiológicas), degeneraciones del SNC.

c) Hierro: Anemia.

d) Cromo: Test tolerancia a la glucosa anormal.

e) Iodo: Hipotiroidismo.

10.2.6. Por vitaminas: Las deficiencias de cada una nos dará signos específicos.

10.2.7. Otras:

a) Anemia. Por déficit de hierro, cobre, ácido fólico⁽⁷⁰⁾ o vitamina B₁₂.

b) Hemorragia.⁽⁷⁰⁾ Por déficit de vitamina K.

c) Elevación de SGOT y de SGPT y de fosfatasas alcalinas séricas. Por inducción de enzimas secundarias⁽⁷⁰⁾ a metabolismo acelerado de la glucosa; posible hepatotoxicidad secundaria a imbalance de AA; excesivo depósito de glucógeno y grasas en el hígado.

Prácticamente todas o casi todas estas complicaciones son evitables programando y controlando adecuadamente la N.P. Cuanto menor número de complicaciones tengamos, mayor y más equilibrado sea el aporte de nutrientes, mejor serán los resultados que obtendremos. La N.P. completa es una técnica que ya ha demostrado su eficacia en el niño; la existencia de estas complicaciones evitables no debe inhibirnos de su utilización.

REFERENCIAS

- 1 Peaston, W. J. Alimentación intravenosa. The Practitioner. 106: 68-78, 1974.
- 2 Dudrick, S. J., y Rhoads, J. E. New horizons for intravenous feeding. JAMA 215: 939-949, 1971.
- 3 Johnston, J. Parenteral feeding. The Practitioner 206: 103-110, 1971.
- 4 Orving, I. M., y Bomar, W. E. Parenteral Hyperalimentation and its practical applications. Anals. of Surgery 175: 712-719, 1972.
- 5 Ghadimi, H. Total Parenteral Nutrition. Premises and promises. Edited by H. Ghadimi, John W. Illey and sons. New York, 1975.
- 6 Wretling, A. Complete intravenous nutrition. Theoretical and experimental background. Nutr. Metabol. Suppl. 14: 1-57, 1972.
- 7 Duchesne, G. L'Alimentation Parentérale pour émulsions lipidiques. La Revue de Practicien. 24: 377-384, 1974.
- 8 Padró Massaguer, J., and cols. Los lípidos en la alimentación parenteral. Medicina Clínica. 61: 260-266, 1973.
- 9 Dudrick, S. J.; Wilmore, D. W., and Wars, H. M. Long term total parenteral nutrition with growth in puppies and positive nitrogen balance in patients. Surg. Forum. 18: 356-357, 1967.
- 10 Dudrick, S. J. Long term total parenteral nutrition with growth, development and positive nitrogen balance. Surgery 64: 134-142, 1968.
- 11 Dudrick, S. J.; Pyd Wilmore, D. W. Long term parenteral feeding. Hospital Practice 3: 65-78, 1968.
- 12 Dudrick, S. J.; Groff Duller, B.; Wilmore, D. W. Long term venous catheterization in infants. Surgery. Gynecology and Obstetrics. 805-808, 1969.
- 13 Dudrick, S. J., and cols. Can intravenous feeding as the sole means of nutrition support growth in the child and restore weight loss in an adult? Transaction of southern Surgical Association. Vol. LXXX, 1969.
- 14 Dudrick, S. J., and cols. Intravenous Hyperalimentation. Med. Clin. N. Amer. 54: 577-589, 1970.
- 15 Dudrick, S. J.; Vars, H. M., and Rhoads, J. E. Growth of puppies receiving all nutritional requirements by vein; in Fortschritte der Parenteralen Ernährung. pp. 16-18 (Pallas, Lochham bei München, 1967).
- 16 Hull, R. L. Use of trace elements in intravenous hyperalimentation solutions. Am. J. Hosp. Pharm. 21: 759-761, 1974.
- 17 Ricour, C., and cols. Trace elements in infants on total parenteral nutrition. Abstr. 10th Int. Congr. on Parenteral Nutrition, Kyoto 1975a, p. 236.
- 18 Howars, A. F., and Krasna, H. Total intravenous nutrition by peripheral vein in neonatal surgical patients. Pediatrics 52: 14-20, 1973.
- 19 Winters, R. W. The body fluids in pediatrics. Little, Brown and Co. Boston, 1973.
- 20 Ruzs, F., y cols. Principios y realización de la alimentación parenteral en el niño. Revista Ibya, N.º 2, 1975.
- 21 Borresen, H. C.; Coran, A. G., and Knutrud, O. Metabolic results of parenteral feeding in neonatal surgery. Ann. Surg. 172: 291-301, 1970a.
- 22 Heird, W. C., and cols. Intravenous Alimentation in Pediatric Patients. J. Pediat. 80: 351-372, 1972b.
- 23 Johnson, D. G. Total intravenous nutrition in newborn surgical patients. A three-year perspective. J. Pediat. Surg. 5: 601-605, 1970.
- 24 Coran, A. G. The long-term intravenous feeding of infants using peripheral veins. J. Pediat. Surg. 8: 801-807, 1973.
- 25 Furi, P.; Guiney, E. J., and O'Donnell, B. Total parenteral feeding in infants using peripheral veins. Archs. Dis. Childh. 50: 133-136, 1975.
- 26 Wilmore, D. W., and Dudrick, S. J. Safe long-term venous catheterization. Archs. Surg. Chicago 98: 256-258, 1969b.
- 27 Shenkin, A., and Wretling, A. Parenteral Nutrition. Wld. Rev. Nutr. Diet., Vol. 28, pp. 1-111 (Karger, Basel, 1978).

- 28 Lee, H. A. Parenteral nutrition in acute metabolic illness (Academic Press, New York, 1974).
- 29 Chan, J. M. C., and cols. Hyperalimentation with Amino-acid and casein hydrolysate solutions. Mechanism of acidosis. JAMA 220: 1700-1705, 1972.
- 30 Heird, W. C., and cols. Metabolic acidosis resulting from intravenous alimentation mixtures containing synthetic amino-acids. New Engl. J. Med. 287: 943-948, 1972a.
- 31 Ziegler, E. E., and Fomon, S. J. Fluid intake, renal solute load and water balance in infancy. The J. of Pediatrics 78: 561-568, 1971.
- 32 Froeseh, E. R. The Metabolism of Glucose, its Endocrine Control and Comparative aspect with fructose, sorbitol and xylitol metabolism. Chapter 2, p. 13 in "parenteral Nutrition in acute metabolic illness". H. A. Lee. Academic Press (London, 1974).
- 33 Schultis, K., and Geser, C. A. Clinical experiments on the use of carbohydrates in stress; in Meng and Law Parenteral Nutrition, pp. 139-148 (Thomas, Springfield, 1970).
- 34 Schumer, W. Adverse effects of xylitol in parenteral nutrition. Metabolism 20: 345-347, 1971.
- 35 Lipson, A.; Glasson, M., and Ablett, W. Total parenteral nutrition in Paediatric Patients. The Medical Journal of Australia 2: 524-528, 1974.
- 36 Hallberg, D.; Schubert, O., and Wretling, A. Experimental and clinical studies with fat emulsion for intravenous nutrition. Nutr. Dist. 8: 245-281, 1966.
- 37 Hakansson, I. Experience in long-term studies on the nine intravenous fat emulsions in dogs. Nutr. Dist. 10: 54-76, 1968.
- 38 Fuller, R. M.; Eraklis, A. Care of the critically ill child. Intravenous alimentation. Pediatrics 46: 456-461, 1970.
- 39 Schenk, K. E. Alimentación con sonda y alimentación parenteral en medicina interna. Med. Klin. 148: 66-79, 1974.
- 40 Bour, H. Notions générales concernant l'alimentation de l'homme et indications d'une alimentation artificielle. La Revue de Praticien 24: 297-307, 1974.
- 41 FAO/WHO Expert Group: Protein requirements. FAO Nutr. Meet. Rep. Ser. N.º 37, 1965.
- 42 Bergström, J., and cols. Improvement of nitrogen balance in a uremic patient by the addition of histidine to essential amino-acid solutions given intravenously. Life Sci. 9: 787-794, 1970.
- 43 Wilkinson, W. R.; Flores, L. L., and Pagones, J. N. Growth of microorganisms in parenteral nutritional fluids. IV Additive Review. Reprinted from Drug Intelligence and Clinical Pharmacy, 7: 226-231, 1973.
- 44 Burri, C.; Henkemeyer, H., and Pössier, H. H. Katheterembolism. Schweiz. Med. Wochschr. 101: 1576-1577, 1971.
- 45 Keating, J. P.; Teruberg, J. L., and Gleason, W. A. Parenteral Hyperalimentation at St. Louis Childre's Hospital. Clinical Digest 2, N.º 1, enero, 1973.
- 46 Kaplan, M., and cols. High caloric glucosa-nitrogen infusions. Arch. Surg. 99: 567-571, 1969.
- 47 Kanarek, K. S.; Wolfsdorf, M. B., and Dinner, M. Hyperalimentation. A case report of its use in perforated necrotizing enterocolitis. Medical Journal 5: 599-601, 1971.
- 48 Solassol, C., and cols. Nouvelles techniques de nutrition parentérale à long terme pour suppléance intestinale. J. Chir., Paris 105: 15-24, 1973.
- 49 Parsa, H. M.; Beverly, H. T., and Ferrer, J. M. Central venous alimentation. American Journal of Nursing 27: 2042-2047, 1972.
- 50 Parsa, H. M., and cols. Central venous nutrition with a crystalline L-aminoacid solution and hypertonic dextrose. Monografía Columbia University. New York.
- 51 Michener, W. M.; Raw, O. Parenteral Nutrition: the age of the catheter. Pediatric Clinics of North America. 17: 373-383, 1970.
- 52 Meng, H. K.; Soudstead, H. H. Total Parenteral Alimentation. Vanderbilt University and School of Medicine. Nashville, Tennessee, 1970.
- 53 Rea, W. J., and cols. Intravenous Hyperosmolar Alimentation. Arch. Surg. 100: 393-398, 1970.
- 54 Meng, H. C.; Law, D. H., and Sundstead, H. H. Some Clinical experience in Parenteral Nutrition. In advances in Parenteral Nutrition (G. Berg. ed.) p. 64, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1969.
- 55 Parsa, H. W. Nutrition in the superior cava with a solution of crystalline L-amino-acids and hypertonic dextrose. Monografía Columbia University Harlem Hospital Center, Surgical Department. New York.
- 56 O'Neill, J. A. Workshop N.º 6, delivery; in AMA Symp. Total Parenteral Nutrition, Nashville, 1972, pp. 252-257.
- 57 Bendu, G. I. M., and Babson, S. G. Peripheral intravenous alimentation of the small premature infant. J. Pediat. 79: 494-498, 1971.
- 58 Grotte, G. Intravenous feeding in childhood. Postgrad. Med. 11: 104-132, 1973.
- 59 Coran, A. G. Total intravenous feeding of infants and children without the use of a central venous catheter. Ann. Surg. 179: 445-449, 1974.
- 60 Ricour, C.; Millot, M., and Balsan, S. Phosphorus depletion in children on long-term total parenteral nutrition. Acta Pediat. Scand. 64: 385-392, 1975b.
- 61 Advances in Parenteral Nutrition. Ed. by Ivan D. A. Johnston. MIP Press Limited-Lancaster, England, 1978.
- 62 Saw, J. C. L. Nutrición parenteral en niños enfermos con déficit de peso al nacimiento. Clínicas Pediátricas de Norteamérica (ed. española), Mayo: 332-357, 1973.
- 63 Bentley, D. W., and Lepper, M. H. Septicemia related to indwelling venous catheter. J. Am. Med. Ass. 206: 1749-1752, 1968.
- 64 Kessler, E. Hyperalimentation in the management of gastrointestinal cutaneous fistulas. S. Afr. J. Surg. 12: 101-105, 1974.
- 65 Pilder, R., and cols. Intravenous supplementation of L-amino-acids and dextrose in low-birth-weight infants. The Journal of Pediatrics. 82: 945-950, 1973.
- 66 Parsa, H. M.; Ferrer, J. M., and Harbif, D. H. Safe and sterile maintenance of long-term central venous catheters. Monografía. Octubre 1972.
- 67 Corso, J.; Agostinelli, R., and Braundriss, M. Maintenance of Venous Polyethylene Catheters to reduce risk of infection. JAMA 210: 2075-2077, 1969.
- 68 Parsa, H. M. Experiences with central venous nutrition; problems and their prevention. Monografía de Columbia University, Collage of Physicians and Surgeons. Surgical Service Harlem Hospital Center. New York. Octubre, 1971.
- 69 Calvin, M. P., and cols. A safe long-term infusion technique. The Lancet; 12: 317-320, 1972.
- 70 Dudrick, S. J. Parenteral Hyperalimentation. Metabolic Problems and Solutions. Annals of Surgery 176: N.º 2, 1972.
- 71 Heird, W. C., and cols. Hyperammonemia resulting from intravenous alimentation using a mixture of synthetic L-amino-acids. J. Pediat. 81: 162-165, 1972a.
- 72 Johnson, J. D.; Albitten, W. L., and Sunshine, P. Hyperammonemia accompanying parenteral nutrition in newborn infants. J. Pediat. 81: 154-161, 1972.

RESUMEN

Tras una revisión histórica se analizan las bases metabólicas de necesidades energéticas valorando los requerimientos de los tres principios inmediatos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas), de oligoelementos y de vitaminas.

Se analizan ciertas peculiaridades metabólicas en la nutrición parenteral: Sobrecarga de solutos al riñón y osmolaridad de las soluciones. Se detallan aspectos técnicos en la preparación y aportes de la nutrición parenteral (vía central y periférica). Se especifican los controles y manejo de la nutrición parenteral. Finalmente se detallan las complicaciones técnicas y metabólicas achacables a la nutrición parenteral.