

Original

Utilización de micronutrientes en nutrición parenteral en los hospitales españoles

A. Fernández-Ferreiro¹, E. Izquierdo-García¹, P. Gomis Muñoz¹, J. M. Moreno Villares², M.^a A. Valero Zanuy², y M. León-Sanz²

¹Servicio de Farmacia. Hospital Universitario 12 de Octubre. ²Unidad de Nutrición Clínica. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

Resumen

Hace años se recomendó no añadir conjuntamente vitaminas y oligoelementos a las nutriciones parenterales (NP) y administrarlas inmediatamente después de la adición de los micronutrientes para evitar su degradación. Actualmente se ha visto que con bolsas multicapa, mezclas ternarias y fotoprotección la degradación de vitaminas es mínima. El aporte diario de micronutrientes es necesario al menos en pacientes críticos, malnutridos o con NP a largo plazo.

Con el objetivo de conocer las pautas de utilización de los micronutrientes en NP en los hospitales españoles y la forma de preparación de las bolsas de NP, en relación a los factores condicionantes de su estabilidad, se realizó una encuesta telefónica a los farmacéuticos responsables del área de NP de los diferentes hospitales. Los datos obtenidos se compararon con otras encuestas realizadas en 2001 y 2003.

Respondieron la encuesta 97 hospitales de los 110 hospitales a los que se llamó (tasa de respuesta 88%), cuyo número de camas estaba comprendido entre 104 y 1728.

En comparación con los datos de años anteriores se observa una mayor adecuación a las recomendaciones vigentes, aunque todavía casi un 30% de los hospitales aportan los micronutrientes en días alternos con independencia de la situación clínica del paciente. La mayoría de los hospitales utilizan bolsas multicapa y/o fotoprotección y mezclas ternarias.

A la vista de los resultados, en los que se pone en evidencia la disparidad de criterios en la administración de vitaminas y oligoelementos en las soluciones de NP parece necesario elaborar documentos de consenso que se adecuen a la realidad de las distintas prácticas además de favorecer la realización de estudios clínicos minuciosamente diseñados para establecer los requerimientos en situaciones clínicas especiales.

(*Nutr Hosp.* 2011;26:566-571)

DOI:10.3305/nh.2011.26.3.4709

Palabras clave: *Micronutrientes. Nutrición parenteral. Vitaminas. Oligoelementos.*

Correspondencia: Álvaro Fernández Ferreiro.
Servicio de Farmacia.
Hospital Universitario 12 de Octubre.
Av. de Córdoba, s/n.
28041 Madrid.
E-mail: afernandezfe.hdoc@salud.madrid.org

Recibido: 6-III-2010.
Aceptado: 17-IV-2010.

MICRONUTRIENT SUPPLEMENTATION IN PARENTERAL NUTRITION IN SPANISH HOSPITALS

Abstract

Several years ago, it was recommended not to add vitamins or oligoelements to parenteral nutrition (PN) solutions and to administer them immediately after the addition of the micronutrients to avoid their decay. Nowadays, it has been observed that with multilayer bags, ternary mixtures and sunlight protection vitamins degradation is minimal. Daily intake of micronutrients is necessary in the critically ill, malnourished or long-term PN patients.

Aiming at knowing the schedules of use of micronutrients in PN in Spanish hospitals and the way PN bags are prepared regarding the factors conditioning their stability, we undertook a telephone survey to the pharmacists in charge of PN at the different hospitals. We compared the data obtained with those from other surveys performed in 2001 and 2003.

Pharmacists from 97 hospitals answered the questionnaire (answer rate 88%). The hospital sizes ranged 104-1728 beds.

As compared to the data from preceding years, we observed a better adequacy to the current recommendations, although there are still 30% of the hospitals that administer micronutrients on an every other day basis independent of the clinical situation of the patients. In most of the hospitals, multilayer bags are used and/or sunlight protection and ternary mixtures.

According to these results showing the different criteria for administering vitamins and oligoelements in PN solutions, it seems necessary to elaborate consensus documents that adapt to the reality of the diverse practices besides promoting the performance of well-designed clinical studies establishing the requirements under special clinical situations.

(*Nutr Hosp.* 2011;26:566-571)

DOI:10.3305/nh.2011.26.3.4709

Key words: *Micronutrients. Parenteral nutrition. Vitamins. Oligoelements.*

Abreviaturas

NP: Nutrición parenteral.
NPD: Nutrición parenteral domiciliaria.
Zn: Zinc.
Mn: Manganeseo.
Se: Selenio.
IR: Insuficiencia renal.

Introducción

Existen diferentes documentos de consenso y guías clínicas sobre nutrición parenteral (NP), elaboradas tanto en nuestro país¹ como en el extranjero^{2,3,4}. Surgen con el objetivo de estandarizar las indicaciones, los requerimientos de macro y micronutrientes, así como otros aspectos relacionados con la prescripción y elaboración de la NP.

La falta de presentaciones intravenosas individuales de los distintos oligoelementos y vitaminas en nuestro país dificulta la adecuación de los aportes de micronutrientes a las necesidades de cada enfermo, especialmente en el caso de insuficiencia renal o hepática y en el paciente crítico. En la práctica clínica se utilizan diferentes soluciones polivitamínicas y multielectrolíticas con concentraciones fijas de cada micronutriente. Sin embargo, aunque todas se pueden usar como aporte diario rutinario, su composición es diferente. Además, no todos los hospitales disponen del mismo material de partida para la elaboración de las nutriciones (como nutrientes, bolsas, sobrebolsas de fotoprotección o sistemas de administración), lo que puede afectar a la estabilidad de los micronutrientes.

Todo lo anterior favorece que en nuestros hospitales se dé una mezcla heterogénea de prácticas que no siempre se adecuan a las recomendaciones.

Este estudio se realizó con el propósito de conocer las pautas de utilización de los micronutrientes en NP y las diferentes metodologías de elaboración en los servicios de farmacia de los hospitales españoles, en relación con los factores condicionantes de la estabilidad de los mismos.

Material y métodos

Se diseñó una encuesta para recoger información relativa a la metodología de elaboración de la NP, centrada en la utilización de micronutrientes y en diferentes factores condicionantes de la estabilidad de los mismos. Se preguntó sobre el tipo de vitaminas, oligoelementos y las pautas de utilización en diversas situaciones clínicas y diferentes tipos de pacientes. También se interrogó sobre otros aspectos técnicos (utilización de bolsas multicapa, fotoprotección, filtros...).

De la página web del Ministerio de Sanidad y Consumo se obtuvo un listado de hospitales españoles. Se contactó con todos los hospitales del territorio nacional con un número de camas superior a 355 y a tres más de menor tamaño que también preparaban NP. La encuesta se realizó mediante entrevista telefónica a los farmacéuticos responsables del área de NP de los distintos hospitales, o a la persona encargada en su ausencia.

Los datos obtenidos se compararon con otras dos encuestas, una realizada en el 2003⁵ y otra sobre NP pediátrica realizada en 2001⁶.

Resultados

Respondieron a la encuesta 97 hospitales de los 110 hospitales a los que llamamos (tasa de respuesta 88%), cuyo número de camas estaba comprendido entre 104 y 1.728.

1) *Uso de micronutrientes*: La mayoría de hospitales que preparan NP pediátricas aportan oligoelementos y vitaminas diariamente. Pero sólo algo más de la mitad de los hospitales realiza este aporte a diario en las NP de adultos.

Los resultados referentes a las pautas de vitaminas/oligoelementos utilizadas se recogen en las tablas I y II.

Tan solo el 10,5% de los hospitales utilizan el preparado de oligoelementos comercializado con menor concentración de manganeso para pacientes domiciliarios.

El 51% de los hospitales añade Zinc (Zn) extra de manera rutinaria a las NP de niños prematuros.

Tabla I
Multioligoelementos: frecuencia de los aportes

Oligoelementos	Adultos (n = 94)	Adultos domiciliaria (n = 38)	Niños (n = 78)	Niños domiciliaria (n = 20)
Aporte diario	59,50%	66%	61,50%	80%
Aporte días alternos	30%	21%	28%	15%

Tabla II
Multivitamínicos: frecuencia de los aportes

Vitaminas	Adultos (n = 95)	Adultos domiciliaria (n = 46)	Niños (n = 80)	Niños domiciliaria (n = 20)
Aporte diario	63%	78%	65%	90%
Aporte días alternos	28,50%	17,50%	24%	5%

La dosificación tanto de vitaminas como de oligoelementos se hace mayoritariamente (> 90%) por viales enteros para pacientes adultos y por peso en pacientes pediátricos.

2) *Frecuencia de suplementación*: El 28% de los hospitales alterna el aporte de vitaminas y oligoelementos en las NP destinadas a pacientes adultos hospitalizados. En comparación con el año 2003 el número de hospitales que incluyen vitaminas y oligoelementos diariamente ha aumentado un 30% (pasando del 42% al 72%).

En pacientes adultos con nutrición parenteral domiciliaria (NPD), tan sólo el 18.5% de los hospitales alternan los aportes. Cuando las NP están destinadas a pacientes pediátricos hospitalizados, el porcentaje de hospitales que alterna los aportes es ligeramente inferior. Y tan sólo uno de los hospitales que prepara NPD pediátrica alterna el aporte de vitaminas y oligoelementos.

3) *Uso en insuficiencia renal y hepática*: Tan sólo el 32% de los hospitales encuestados tiene protocolizados cambios en la pauta de vitaminas/oligoelementos para pacientes adultos con insuficiencia renal y el 25% para niños. En el caso de pacientes con insuficiencia hepática, los porcentajes son ligeramente inferiores (29% en adultos y 22% en niños).

4) *Material accesorio*: La mayoría de los hospitales utilizan bolsas multicapa. Un 79% las utiliza para pacientes adultos (5% más que en 2003) y un 82% para pediátricos (31% más que en 2001). Un 71,5% utiliza sobrebolsa de fotoprotección (frente al 76% en adultos en 2003 y el 83,7% en pediatría en 2001). Sólo dos hospitales no utilizan ni bolsas multicapa, ni bolsas de fotoprotección en adultos y tan sólo uno en niños. Alrededor de un 20% de los hospitales que utilizan bolsas multicapa ponen también los oligoelementos y vitaminas alternos. Además, el 57% de los hospitales que elaboran NP para neonatos utilizan sistemas de administración fotoprotectidos.

5) *Mezclas ternarias*: En cuanto a la preparación de nutriciones “todo en uno”, hasta el 94% de los hospitales lo hacen para los pacientes adultos mientras que sólo dos terceras partes (66%) las preparan para pediatría. Si comparamos con los datos de años anteriores, el uso de mezclas ternarias se ha incrementado (36% en adultos desde el 2003 y 16% en pediatría desde el 2001).

Discusión

En los hospitales españoles no existe disponibilidad de presentaciones intravenosas individuales para la mayoría de vitaminas y oligoelementos. Además se dispone, en general, de escasos métodos analíticos para determinar deficiencias o excesos de cada uno de ellos.

La práctica común es el empleo de mezclas de vitaminas y de soluciones de oligoelementos que contienen cantidades fijas de cada micronutriente (tablas III y IV).

Existen pocas recomendaciones específicas sobre los requerimientos de micronutrientes por vía intravenosa. Las distintas presentaciones disponibles comercialmente difieren de forma importante en su composición. En la mayoría de pacientes hospitalizados en los que la duración de la NP va a ser corta (inferior a 14 días) la elección de un tipo u otro de solución no parece prioritario. Distinto es el caso para los recién nacidos, o para los pacientes con NP prolongada, en especial los de NPD.

La literatura médica señala de forma específica al manganeso (Mn), ya que se ha descrito su acumulación en ganglios basales en pacientes con NP de larga duración^{7,8}. Esa acumulación puede ser causa de neurotoxicidad, probablemente en relación con el estrés oxidativo. Aunque las recomendaciones establecen unos aportes intravenosos de 60-100 mcg/día en adultos⁹ y 1 mcg/kg/d en niños⁴, el contenido de las soluciones disponibles es considerablemente superior. Al riesgo de

Tabla III
Composición en mcg de las diferentes soluciones de oligoelementos comercializadas en España

	<i>Peditrace</i> (pediatría)	<i>Braun</i> pediátrico	<i>Braun</i>	<i>Grifols</i>	<i>Addamel</i> <i>Fresenius</i>	<i>Decan</i> (<i>Baxter</i>)	<i>Oligoplus</i> (<i>Braun</i>)	<i>Oligos</i> Zinc
Contenido vial	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL	40 mL	10 mL	10 mL
Selenio	20			60	31,58	70	24	
Molibdeno					19,19	25	10	
Hierro					1.117	1.000	2.000	
Zinc	2.500	1.000	3.000	3.000	6.593	10.000	3.300	10.000
Manganeso	10	25	200	300	274.7	200	550	
Cobre	200	100	500	1000	1.271	480	760	
Cromo		1	10	11.8	10,4	15	10	
Fluor	570				950	1.450	570	
Cobalto						1,47		
Yodo	10			120	126,9	1,52	127	

Tabla IV
Composición de las diferentes soluciones de vitaminas comercializadas en España

	<i>Solvit</i>	<i>Vitalipid adultos</i>	<i>Vitalipid infant</i>	<i>Infuvite pediatric</i>	<i>Cemevit</i>
Volumen (ml)	10	10	10	4 + 1	5
Tiamina (mg)	2,5			1,2	3,5
Riboflavina (mg)	3,6			1,4	4,1
Nicotinamida (mg)	40			17	46
Ac.Pantoténico (mg)	15			5	17,3
Piridoxina (mg)	4			1	4,5
Cianocobalamina (mcg)	5			1	6
Biotina (mcg)	60			20	69
Ácido fólico (mcg)	400			140	414
Ácido ascórbico (mg)	100			80	125
Retinol (U.I.)		3.300	2.300	2.300	3.500
Ergocalciferol (U.I.)		200	400	400	220
Tocoferol (mg)		9,1	6,4	7	10,2
Fitomenadiona (mg)		0,15	0,2	0,2	0

acúmulo contribuyen además su eliminación por la vía biliar (afectada en caso de colestasis) y la contaminación con Mn de otras soluciones empleadas en la elaboración de NP¹⁰. Basándose en este último hecho algunos autores cuestionan la necesidad de adicionarlo a las soluciones de oligoelementos para NP^{11,12}. Es interesante constatar que sólo el 10,5% de los hospitales que respondieron a nuestra encuesta emplean en NPD el preparado comercial con menor contenido en Mn.

Situación contraria ocurre con el selenio (Se), cofactor en numerosas reacciones enzimáticas. Las recomendaciones actuales establecen una necesidades de 20 a 100 mcg/día en adultos^{9,13} y de 1 a 3 mcg/kg/día en niños^{2,4}, aunque algunos autores sugieren que deberían ser superiores en el paciente crítico^{14,15}. Aunque las soluciones de oligoelementos aportan cantidades dentro de estos rangos, si la administración no se realiza todos los días el aporte puede ser insuficiente.

En relación con el Zn, especial consideración merecen los recién nacidos pretérmino. Este elemento es necesario para asegurar un desarrollo y crecimiento adecuados. La mitad de los hospitales encuestados añaden Zn (además del contenido en la solución de oligoelementos) de manera rutinaria a las NP destinadas a prematuros.

Algo parecido ocurre con las soluciones de vitaminas, con concentraciones fijas de cada vitamina, aunque se dispone también de soluciones separadas de vitaminas hidro y liposolubles. Mientras que la toxicidad debida a la acumulación de vitaminas hidrosolubles es muy infrecuente, debido a su fácil eliminación, no ocurre lo mismo con las liposolubles.

Durante muchos años fue práctica habitual alternar la administración de vitaminas y oligoelementos. La justificación se basaba en la interacción de unos nutrientes con otros, como es el caso de la degradación de la vitamina C catalizada por el cobre en presencia de oxígeno¹⁶. Mientras que en la encuesta de 2003 alrede-

dor del 60% de los hospitales alternaba la administración de vitaminas y oligoelementos, la cifra ha disminuido considerablemente en 2009 (28%) y aún menos en el paciente pediátrico y en NPD.

El uso de bolsas multicapa evita el paso de oxígeno y, por tanto, la oxidación de vitaminas como la vitamina C¹⁷. Aunque en la encuesta se muestra que mayoritariamente se emplean bolsas multicapa, en un 20% de los hospitales que las usan se sigue alternando la administración de ambos micronutrientes. Podría justificarse que no se administren diariamente cuando se trate de NP de corta duración y con limitación de recursos¹⁸. Sin embargo, esta práctica no es aconsejable para NPD^{19,20}.

Algunas vitaminas se degradan en presencia de la luz como es el caso de la vitamina A, la E, el ácido fólico, la riboflavina y la tiamina. Las bolsas multicapa proporcionan cierta fotoprotección. Un 71,5% de los hospitales encuestados utilizaban sobobolsas de fotoprotección, porcentaje similar al obtenido en 2003. Sólo en dos hospitales no se utilizaban ni bolsas multicapa ni sobobolsas de fotoprotección cuando se elaboran NP para adultos y en uno solo para niños.

Además de la protección de las bolsas, muchos hospitales incorporan sistemas de fotoprotección en los sistemas de administración en las unidades de neonatología.

La fotoprotección no sólo disminuye la degradación de vitaminas²¹ sino que también evita la producción de peróxidos^{22,23}. Khashu et al. han encontrado niveles mas altos de glucosa y triglicéridos en sangre en aquellos neonatos que habían recibido NP expuestas a la luz²⁴.

En relación con el empleo de preparaciones ternarias (todo-en-uno), ha aumentado su uso en un 36% en adultos y un 16% en niños respecto a años anteriores^{5,6}. Esta práctica disminuye la degradación de ciertas vitaminas como la vitamina A¹⁷.

No existen muchos estudios en cuanto a la necesidad de ajustar el aporte de vitaminas y oligoelementos en pacientes con insuficiencia renal (IR) o con colestasis, y esto se refleja en el bajo porcentaje de hospitales que realizan ajustes de la NP en este tipo de pacientes.

En la IR aguda se observan niveles plasmáticos elevados de retinol por lo que su administración debe realizarse con cuidado³. Por el contrario, la necesidad de otras vitaminas como la D²⁵ o la C puede estar aumentada. En situaciones de hemodiálisis se producen pérdidas de vitamina C, tiamina, folato, magnesio, calcio y selenio en cada sesión, por lo que deberán aumentarse los aportes³.

Otros autores señalan también bajos niveles de piridoxina (vit. B6) y ácido fólico en los pacientes con IR y déficits de vitaminas K y E, Se y Zn en pacientes en hemodiálisis⁹. El exceso o acumulación de oligoelementos en estos pacientes no es probable, ya que su eliminación se produce también a través del tracto gastrointestinal²⁶.

De los hospitales que respondieron a nuestra encuesta solo un pequeño porcentaje tenían protocolizadas modificaciones en pacientes con IR, un 32% y un 25% para pacientes adultos y pediátricos, respectivamente. Llama la atención que en la inmensa mayoría de los casos se reduce el aporte de vitaminas tanto liposolubles como hidrosolubles, cuando existen en el mercado separadamente. Lo mismo ocurre con los oligoelementos, administrando solamente la mitad de los viales o administrándolos a días alternos.

En el caso de los pacientes con insuficiencia hepática o colestasis existe una situación de déficit vitamínico que afecta tanto a las vitaminas hidrosolubles como a las liposolubles^{9,25,27}. En las guías de la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) se recomienda el aporte diario estándar de vitaminas en este tipo de pacientes²⁸. Los déficits de oligoelementos como el Zn y Se son también habituales, pero ocurre lo contrario con otros como el Mn o el Cu, ya que ambos se eliminan por vía hepática²⁷, por lo que puede existir riesgo de acumulación^{13,29,30}.

Al igual que sucedía con la insuficiencia renal, los hospitales españoles que tienen protocolizados cambios en el aporte de vitaminas y oligoelementos en pacientes con insuficiencia hepática (22% de los hospitales en niños, 29% en adultos) generalmente los disminuyen o eliminan por completo. Esto es recomendable en el caso de los elementos traza para evitar la acumulación de Cu y Mn, pero algunos hospitales también eliminan por completo el aporte de vitaminas a pesar de la evidencia en contra.

Nuestra revisión acerca de la práctica clínica en la prescripción y elaboración de NP pone de manifiesto la necesidad de disponer de soluciones de cada una de las vitaminas y oligoelementos por separado. Especialmente para la elaboración de la NP en situación de IR o en colestasis.

A la vista de los resultados de las encuestas, en las que se pone en evidencia la disparidad de criterios en la

administración de vitaminas y oligoelementos en las soluciones de NP, parece necesario elaborar documentos de consenso que se adecuen a la realidad de las distintas prácticas además de favorecer la realización de estudios clínicos minuciosamente diseñados para establecer los requerimientos en situaciones clínicas especiales.

Referencias

1. Gomis P, Gómez L, Martínez C, Moreno JM, Pedrón C, Pérez-portabella C. Consensus on paediatric parenteral nutrition: A document approved by the Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SENPE), the Spanish Society of paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (SEGHNP) and by the Spanish Society of Hospital pharmacy (SEFH). *Nutr Hosp* 2007; 22 (6): 710-719.
2. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R, Parenteral Nutrition Guidelines Working Group, et al. 1. 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 (Suppl. 2): S1-87.
3. Cano NJ, Aparicio M, Brunori G, Carrero JJ, Cianciaruso B, Fiaccadori E, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: adult renal failure. *Clin Nutr* 2009; 28 (4): 401-414.
4. Greene HL, Hambidge KM, Schanler R, Tsang RC. Guidelines for the use of vitamins, trace elements, calcium, magnesium, and phosphorus in infants and children receiving total parenteral nutrition: report of the Subcommittee on Pediatric Parenteral Nutrient Requirements from the Committee on Clinical Practice Issues of the American Society for Clinical Nutrition. *Am J Clin Nutr* 1988; 48 (5): 1324-1342.
5. Esteban MJ, Vicario MJ, Lucena A, Moyano N, Gomis P, De Juana P. Prescripción y elaboración de nutrición parenteral en los hospitales españoles. *Nutr Hosp* 2006; 30: 6-11.
6. Gomis P, Fernandez-Shaw C, Moreno J. Encuesta sobre protocolos de elaboración de nutrición parenteral pediátrica y revisión de la idoneidad de sus componentes. *Farm Hosp* 2002; 26 (3): 163-170.
7. Nagatomo S, Umehara F, Hanada K, Nobuhara Y, Takenaga S, Arimura K et al. Manganese intoxication during total parenteral nutrition: report of two cases and review of the literature. *J Neurol Sci* 1999; 162 (1): 102-105.
8. Fell JM, Reynolds AP, Meadows N, Khan K, Long SG, Quaghebeur G et al. Manganese toxicity in children receiving long-term parenteral nutrition. *Lancet* 1996; 347: 1218-1221.
9. Sriram K, Lonchyna VA. Micronutrient supplementation in adult nutrition therapy: practical considerations. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009; 33 (5): 548-562.
10. Pluhator-Murton MM, Fedorak RN, Audette RJ, Marriage BJ, Yatscoff RW, Gramlich LM. Trace element contamination of total parenteral nutrition. 1. Contribution of component solutions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1999; 23 (4): 222-227.
11. Hardy JJ, Gillanders L, Hardy G. Is manganese an essential supplement for parenteral nutrition? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008; 11 (3): 289-296.
12. Hardy G. Manganese in parenteral nutrition: who, when, and why should we supplement? *Gastroenterology* 2009; 137 (5 Suppl.): S29-35.
13. Mirtallo J, Canada T, Johnson D, Kumpf V, Petersen C, Sacks G et al. Safe practices for parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2004; 28 (6): S39-70.
14. Manzanares W, Hardy G. Selenium supplementation in critically ill patients: pharmacological issues and current evidence. *Nutr Hosp* 2009; 24 (4): 429-436.
15. Heyland DK, Dhaliwal R, Suchner U, Berger MM. Antioxidant nutrients: a systematic review of trace elements and vitamins in the critically ill patient. *Intensive Care Med* 2005; 31 (3): 327-337.

16. Dupertuis YM, Ramseyer S, Fathi M, Pichard C. Assessment of ascorbic acid stability in different multilayered parenteral nutrition bags: critical influence of the bag wall material. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2005; 29 (2): 125-130.
17. Such A, Sánchez C, Gomis P, Herreros de tejada A. Estabilidad de vitaminas en nutrición parenteral. *Nutr Hosp* 2009; 24 (1): 1-9.
18. Firdose R, Chalekson J, Leonard J, Smith M, Elamin EM. Is daily mvi required in patients receiving parenteral nutrition? *Int J Clin Pract* 2002; 56 (10): 728-731.
19. Mikalunas V, Fitzgerald K, Rubin H, McCarthy R, Craig RM. Abnormal vitamin levels in patients receiving home total parenteral nutrition. *J Clin Gastroenterol* 2001; 33 (5): 393-396.
20. García de Lorenzo A, Alvarez J, Bermejo T, Gomis P, Pineiro G. Micronutrients in parenteral nutrition. *Nutr Hosp* 2009; 24 (2): 152-155.
21. Allwood MC, Martin HJ. The photodegradation of vitamins A and E in parenteral nutrition mixtures during infusion. *Clin Nutr* 2000; 19 (5): 339-342.
22. Laborie S, Lavoie JC, Chessex P. Increased urinary peroxides in newborn infants receiving parenteral nutrition exposed to light. *J Pediatr* 2000; 136 (5): 628-632.
23. Baird LL. Protecting TPN and lipid infusions from light: reducing hydroperoxides in NICU patients. *Neonatal Neww* 2001; 20 (2): 17-22.
24. Khashu M, Harrison A, Lalari V, Lavoie JC, Chessex P. Impact of shielding parenteral nutrition from light on routine monitoring of blood glucose and triglyceride levels in preterm neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2009; 94 (2): F111-5.
25. Jimenez Jimenez FJ, Lopez Martinez JA, Sanchez-Izquierdo Riera J. Artificial nutrition in acute renal failure. *Nutr Hosp* 2005; 20 (Suppl. 2): 18-21.
26. Wolk R, Moore E, Foulks C. Renal Disease. In: Gottschlich MM, editor. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Core Curriculum: A case-based approach - The adult patient: USA Aspen Publishers, Inc.; 2007, pp. 575-596.
27. Delich PC, Siepler JK, Parker P. Liver disease. In: Gottschlich MM, editor. The A.S.P.E.N. Nutrition Support Core Curriculum: A case-based approach - The adult patient.: USA Aspen Publishers, Inc.; 2007, pp. 540-554.
28. Plauth M, Cabre E, Campillo B, Kondrup J, Marchesini G, Schutz T et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: hepatology. *Clin Nutr* 2009; 28 (4): 436-444.
29. Fitzgerald K, Mikalunas V, Rubin H, McCarthy R, Vanagunas A, Craig RM. Hypermanganesemia in patients receiving total parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1999; 23 (6): 333-336.
30. Shike M. Copper in parenteral nutrition. *Gastroenterology* 2009; 137 (Suppl. 5): S13-7.