



CAPÍTULO 5

Recomendaciones para el soporte nutricional y metabólico especializado del paciente crítico. Actualización. Consenso SEMICYUC-SENPE: Insuficiencia renal aguda

J. López Martínez^{a,*}, J. A. Sánchez-Izquierdo Riera^b y F. J. Jiménez Jiménez^c

^aHospital Universitario Severo Ochoa, Madrid, España

^bHospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

^cHospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

PALABRAS CLAVE

Insuficiencia renal aguda;
Necesidades nutricionales;
Depuración extrarrenal

Resumen

El soporte nutricional en la insuficiencia renal aguda está condicionado por el catabolismo del paciente y por el tratamiento del fallo renal. En el paciente crítico es frecuente el fracaso hipermetabólico que obliga a técnicas continuas de reemplazo renal o a hemodiálisis diarias.

En los enfermos con catabolismo normal (aparición de nitrógeno ureico inferior a 10 g/ día) y diuresis conservada se puede intentar un tratamiento conservador. En estos casos es preciso realizar un soporte nutricional relativamente hipoprotéico, con proteínas de alto valor biológico y limitaciones hidroelectrolíticas individualizadas. Es necesario un ajuste del aporte de micronutrientes, siendo el bicarbonato el único *buffer* utilizado.

Quando se utilizan técnicas de depuración extrarrenal desaparecen las limitaciones a los aportes hidroelectrolíticos y nitrogenados, pero éstos deben ser modificados en función del tipo de depuración. Los sistemas continuos de reemplazo renal, en función de su flujo de hemofiltración, precisan altos aporte nitrogenados diarios que en ocasiones pueden alcanzar los 2,5 g de proteínas/ kg. La cuantía de la reposición de volumen puede inducir sobrecargas energéticas, siendo recomendable utilizar líquidos de reposición y diálisis sin glucosa o con una concentración de glucosa de 1 g/l, con bicarbonato como *buffer*.

Es preciso monitorizar los valores de electrolitos (sobre todo de fósforo, potasio y magnesio) y de micronutrientes, y realizar aportes individualizados.

© 2011 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lofish@terra.es (J. López Martínez).

SEMICYUC: Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias.

SENPE: Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.

KEYWORDS

Acute renal failure;
Nutritional
requirements;
Extrarenal clearance

Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient. Update. Consensus of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parenteral and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE): Acute renal failure

Abstract

Nutritional support in acute renal failure must take into account the patient's catabolism and the treatment of the renal failure. Hypermetabolic failure is common in these patients, requiring continuous renal replacement therapy or daily hemodialysis.

In patients with normal catabolism (urea nitrogen below 10 g/ day) and preserved diuresis, conservative treatment can be attempted. In these patients, relatively hypoproteic nutritional support is essential, using proteins with high biological value and limiting fluid and electrolyte intake according to the patient's individual requirements. Micronutrient intake should be adjusted, the only buffering agent used being bicarbonate.

Limitations on fluid, electrolyte and nitrogen intake no longer apply when extrarenal clearance techniques are used but intake of these substances should be modified according to the type of clearance. Depending on their hemofiltration flow, continuous renal replacement systems require high daily nitrogen intake, which can sometimes reach 2.5 g protein/kg. The amount of volume replacement can induce energy overload and therefore the use of glucose-free replacement fluids and glucose-free dialysis or a glucose concentration of 1 g/L, with bicarbonate as a buffer, is recommended.

Monitoring of electrolyte levels (especially those of phosphorus, potassium and magnesium) and of micronutrients is essential and administration of these substances should be individually-tailored.

© 2011 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

El fracaso renal agudo es cada vez más frecuente en los pacientes críticos, relacionado con factores como la hipotensión o el shock, el envejecimiento de la población, el empleo de fármacos nefrotóxicos (antibióticos, antifúngicos, asociación de antihipertensivos y antiinflamatorios), las múltiples exploraciones con radiocontrastes y como fallo orgánico dentro de la disfunción multisistémica¹ (IIb).

El soporte nutricional en la insuficiencia renal aguda pretende preservar la masa magra y la reserva energética, evitar la malnutrición, restablecer un adecuado estado inmunológico y reducir la mortalidad, atenuando la respuesta inflamatoria y el estrés oxidativo y mejorando la función endotelial². La falta de grandes estudios adecuadamente diseñados no ha permitido un alto nivel de evidencia en las recomendaciones. La heterogeneidad del grupo de pacientes con fallo renal obliga a una sistematización que está en vías de establecerse con la clasificación RIFLE (Risk, Injury, Failure, Loss, and End-stage kidney)³.

Hace algunos años, las alteraciones hidroelectrolíticas y la intolerancia al aporte de sustratos suponían un escollo con frecuencia insalvable. Actualmente, la estratificación del tratamiento en función del catabolismo proteico y de la diuresis, y la aplicación de técnicas de terapia de reemplazo renal continuo y discontinuo, en función de las características de cada enfermo, permiten un adecuado soporte nutricional.

El soporte nutricional del fracaso renal agudo guarda relación con el catabolismo de la enfermedad de base, con el tipo de tratamiento efectuado, con la técnica de reemplazo renal utilizada y con la presencia de malnutrición previa, y

se modifica poco por el propio fallo renal. El catabolismo y el tratamiento son determinantes para la composición de la nutrición artificial. En líneas generales, los enfermos con catabolismo normal reciben tratamiento convencional, los pacientes estables con un catabolismo moderadamente incrementado son tratados con hemodiálisis intermitente, y los que muestran una situación hipercatabólica son tratados con técnicas continuas de reemplazo renal.

¿Cuáles son las necesidades proteicas y las características de su aporte?

El catabolismo proteico de estos pacientes debe ser calculado por la "aparición de nitrógeno ureico" (ANU) (tabla 1), que permite cuantificar la cantidad de nitrógeno

Tabla 1 Cálculo de la aparición del nitrógeno ureico (ANU)

$$\text{ANU (g/ día)} = \text{NUU (g/ día)} + \text{NUD (g/ día)} + \text{CU (g/ día)}$$

$$\text{CU (g/ día)} = \text{NUSa} - \text{NUS (g/ l)} \times \text{Pi (kg/ día)} \times 0,6 + \text{Pa} - \text{Pi (kg/ día)} \times \text{NUSa (g/ l)}$$

$$\text{Gasto total de nitrógeno (g/ día)} = 0,97 \times \text{ANU (g/ día)} + 1,93$$

ANU: aparición de nitrógeno ureico; CU: cambios en el "pool de urea orgánica"; NUD: nitrógeno ureico en el líquido de diálisis; NUSa: nitrógeno ureico sérico actual; NUS: nitrógeno ureico sérico inicial; NUU: nitrógeno ureico urinario; Pa: peso actual; Pi: peso inicial.

ureico (en orina, en el dializado y retenido por falta de eliminación) que se genera en los procesos catabólicos⁴. En líneas generales, los pacientes con ANU < 5 g/día recibirán 0,6-0,8 g de proteínas/kg/día, y serán tratados de forma conservadora si conservan la diuresis. Los pacientes con ANU entre 5 y 10 g/día requieren aportes proteicos de 0,8-1,2 g/kg/día. Dependiendo de la diuresis y de los trastornos electrolíticos recibirán tratamiento conservador o depuración extrarrenal. Cuando el ANU es > 10 g/día, estos pacientes deben recibir 1,2-1,5 (y en ocasiones hasta 2,5) g de proteínas/kg/día. Precisan hemodiálisis o técnicas continuas de reemplazo renal en función de su estabilidad hemodinámica^{5,6} (IV).

Tratamiento conservador

El aporte se debe realizar con aminoácidos esenciales y no esenciales, recomendándose dietas (orales o nutrición enteral) hipoproteicas (hasta 1,0 g de proteínas/kg/día) con al menos un 20% de proteínas de alto valor biológico. No se recomiendan los aportes exclusivos de aminoácidos esenciales e histidina⁷ (IIb).

Hemodiálisis y diálisis peritoneal

Estas técnicas permiten un aporte proteico sin restricciones, pero inducen pérdidas que obligan a aumentar los requerimientos. Aunque el grado de catabolismo proteico es muy variable de unos pacientes a otros, suele tratarse de pacientes con un hipermetabolismo moderado. La hemodiálisis intermitente provoca una pérdida de aminoácidos y péptidos de 8-12 y 1-3 g, respectivamente, en cada sesión. Además, dependiendo de la biocompatibilidad de los filtros, puede aparecer un aumento de la respuesta inflamatoria. La diálisis peritoneal induce unas pérdidas proteicas diarias de 13-14 g de proteínas, que pueden incrementarse a 18-20 g si aparece irritación peritoneal y superar los 100 g en peritonitis grave. Se recomiendan aportes de 1,2-1,4 g de proteínas/kg/día en la hemodiálisis⁸ (IV) y de 1,2-1,5 g/kg/día en la diálisis peritoneal. Las dietas y las mezclas de aminoácidos estándar suelen ser adecuadas en la mayoría de los enfermos⁹ (IV).

Técnicas continuas de reemplazo renal

Las técnicas continuas de reemplazo renal se aplican a fracasos renales hipermetabólicos que precisan aportes de 1,3-1,5 g de proteínas/kg/día, a los que deben añadirse las pérdidas secundarias a la técnica utilizada. Los estudios de Davies¹⁰ (IIb) en hemofiltración arteriovenosa continua y de Frankenfield¹¹ (IIb) en hemofiltración venovenosa, comprobaron pérdidas diarias de 10-15 g de aminoácidos en el ultrafiltrado, con balance negativo de glutamina (ya que ésta representa el 16% de los aminoácidos del ultrafiltrado). En los pacientes sépticos se realizan técnicas de hemofiltración de alto flujo (más de 35 ml/kg/h)¹² (IV) y de muy alto flujo¹³ (III), con pérdidas superiores. Mientras Frankenfield, Klein y Druml¹⁴ creen suficiente aportar 1,5 g de proteínas/kg/día, Bellomo¹⁵ (III) y Scheinkestel^{16,17} (Ib), (IIa) recomiendan aportes de 2,2-2,5 g/kg/día, sobre todo en hemofiltración continua de alto flujo. Se discute la necesidad de suplementarlos con glutamina.

¿Cuáles son los requerimientos energéticos en la insuficiencia renal aguda?

El fracaso renal agudo no incrementa per se las necesidades energéticas, e incluso puede existir un "hipocatabolismo renal", sobre todo en depuración extrarrenal, por la hipotermia que estas técnicas inducen. Los requerimientos se establecen por calorimetría indirecta, o se calculan multiplicando el gasto energético de reposo por 1,1-1,2. En la práctica corresponden a 25-35 kcal totales/kg/día¹⁸ (IIb).

Tratamiento conservador

Las dietas o mezclas utilizadas serán ricas en hidratos de carbono para limitar la hiperpotasemia, la hiperfosfatemia y la hipermagnesemia habituales de estos enfermos. Se recomiendan aportes de 25 kcal/kg de peso/día¹⁹ (IV), con dietas bajas en colesterol, siendo el aporte de lípidos < 1,2 g/kg/día. La aparición de hipertrigliceridemia limita la cuantía del aporte calórico.

Hemodiálisis y diálisis peritoneal

La hemodiálisis induce pérdidas de glucosa, unos 25 g por sesión, mientras que la diálisis peritoneal, dependiendo de la concentración de glucosa o de poliglucosa del líquido de diálisis utilizado, provoca un importante ingreso de glucosa y de lactato, que debe ser considerado a la hora de cuantificar los aportes. Es importante la edad de los pacientes y, en mayores de 65 años, no deben superarse las 30 kcal/kg/día^{18,20} (IV), (IIb).

Técnicas continuas de reemplazo renal

Las más utilizadas son la hemofiltración venovenosa continua, que precisa una gran cantidad de líquido de reposición, y la hemodiafiltración venovenosa continua, que requiere perfusiones de líquido de reposición y de diálisis. Frente a unas pérdidas diarias obligadas de 25 g de glucosa, los líquidos de reposición y de diálisis inadecuados pueden inducir enormes aportes de glucosa y de lactato²¹ (IIb). Se recomiendan soluciones sin glucosa o con 1 g de glucosa/l, con bicarbonato como *buffer*.

El aporte energético se ajustará al nivel de estrés. Siendo casi siempre situaciones clínicas hipermetabólicas, el aporte proteico debe ser alto, con baja relación calorías/nitrógeno, limitando las necesidades energéticas a 25-35 kcal totales/kg/día²² (IIb).

¿Qué aportes de electrolitos y de micronutrientes precisan los pacientes con fracaso renal agudo?

La restricción de volumen es un factor limitante en el fracaso renal agudo en tratamiento conservador, pero las técnicas de reemplazo renal permiten liberalizar los aportes y controlar el balance hídrico.

Control electrolítico

En el tratamiento conservador es precisa una estrecha vigilancia del aporte de sodio así como controlar la hiperpotasemia, la hipermagnesemia, la hiperfosfatemia y la acidosis

metabólica. Con las técnicas de depuración extrarrenal es posible mantener en valores normales los valores de sodio, potasio y bicarbonato (siempre y cuando se utilicen baños de diálisis y líquidos de reposición con bicarbonato y bajo contenido en lactato). En los fracasos renales hipermetabólicos, las técnicas continuas de reemplazo renal consiguen mejores ajustes que la hemodiálisis intermitente²³ (IIa).

En cuanto al calcio, puede existir hipercalcemia en los sistemas intermitentes e hipocalcemia con las técnicas continuas, pero en la práctica sólo alcanzan relevancia clínica cuando es necesario utilizar citrato como anticoagulante del sistema²⁴ (IIb).

Más trascendentes resultan los cambios en el valor de fosfatos. En el tratamiento conservador y en la hemodiálisis intermitente (y en general en todos los sistemas que utilizan exclusivamente el mecanismo de difusión), la hiperfosfatemia es muy frecuente. El soporte nutricional deberá ser bajo en fosfatos. Por el contrario, las técnicas continuas de reemplazo renal basadas en el mecanismo convectivo inducen grandes pérdidas de fosfatos. Los líquidos de reposición son bajos en fósforo para evitar sus interacciones con el calcio y el bicarbonato. Es imprescindible una estrecha vigilancia de los valores séricos de fósforo para detectar hipofosfatemias graves y realizar los suplementos correspondientes²⁵ (IIb).

Aporte de micronutrientes

Los oligoelementos están integrados en sistemas enzimáticos o en proteínas, y sus pérdidas con los sistemas de depuración extrarrenal son discretas. Se aconseja aportes estándar en todos los pacientes con fracaso renal. Hay un descenso en los valores de selenio en los pacientes críticos, con y sin fallo renal²⁶ (IIb). Debido a su efecto antioxidante se aconseja aportes altos en los pacientes con técnicas continuas de reemplazo renal, aunque pueden inducir intoxicación por selenatos. El cinc está bajo en los pacientes críticos, y su déficit se acentúa con la hemofiltración continua. Debe ser suplementado, aunque las dosis estándar son suficientes²⁷ (IIa). El hierro se aportará en la hiposideremia con ferritina baja, pero no en la inflamación y en el estrés oxidativo, con ferritina elevada²⁸ (IIb).

Las vitaminas hidrosolubles deben aportarse a dosis estándar en el tratamiento conservador y en la diálisis intermitente y dosis doble en los pacientes con técnicas continuas. El temor a inducir oxalosis con la administración de megadosis de vitamina C, limitando su aporte a 50 mg/día, explica los bajos valores de esta vitamina (de gran importancia antioxidante) en los enfermos críticos, que se agrava con la hemofiltración continua. Son frecuentes bajos valores de tiamina a pesar de los suplementos²⁶ (IIb).

Las vitaminas liposolubles deberán administrarse a dosis estándar, aunque en los fracasos renales en tratamiento conservador o en hemodiálisis intermitente conviene reducir la dosis de vitamina A²⁷ (IIa).

¿Existe una fórmula de nutrición específica para los pacientes en fracaso renal agudo? ¿Precisan nutrientes específicos?

En los fracasos renales no hipermetabólicos en tratamiento conservador o en hemodiálisis intermitente por presentar oligoanuria, las dietas normales son inadecuadas por su

baja densidad y sus contenidos excesivos de sodio, potasio y fosfatos. Se recomiendan dietas hipo o normoproteicas, con proteínas de alto valor biológico, alta densidad energética y con bajo contenido de sodio, potasio y fosfatos. Con la hemodiálisis, las dietas normales pueden utilizarse, aunque en ocasiones será preciso administrar quelantes del fósforo. Un aporte nitrogenado exclusivamente con aminoácidos esenciales e histidina no está actualmente indicado²⁹ (IIb).

Los pacientes hipermetabólicos, con diálisis diarias o con técnicas continuas de reemplazo renal pueden ser nutridos con una dieta hiperproteica, ajustada a la patología de base³⁰. Su composición debe basarse en la indispensabilidad de algunos aminoácidos, precisando en algunos casos aumentar los aportes de tirosina, taurina, histidina y aminoácidos de cadena ramificada. En pacientes críticos, la enfermedad de base justificaría utilizar dietas con farmaconutrientes en algunos casos. Con la hemofiltración, máxime si se utilizan flujos altos o muy altos, conviene considerar la conveniencia de suplementar las dietas (o las mezclas parenterales) con glutamina^{31,32} (IV), (IIb), aunque persiste la contraindicación de su administración en el fallo renal no dializado.

¿Cuál es la vía de aporte recomendable en el fracaso renal agudo?

Siempre que sea posible se efectuará el soporte nutricional por vía digestiva. Muchos pacientes con bajo catabolismo pueden tolerar dieta oral, sola o con suplementos, pero los pacientes críticos suelen precisar nutrición enteral. Si hay contraindicación para ésta, se utilizará nutrición parenteral total, con suplementos de glutamina. En cuanto el tracto digestivo esté operativo se reiniciará el soporte enteral, ya que la nutrición enteral es factor independiente de buen pronóstico³³ (IIb).

Algunas circunstancias pueden modificar este criterio general.

– Los pacientes muy catabólicos con técnicas de reemplazo renal continuo de alto flujo suelen precisar un soporte mixto, ya que los elevados aportes hacen insuficiente el soporte enteral, sobre todo en los primeros días de una nutrición precoz³⁴ (IV).

– En ocasiones, el bajo catabolismo de algunos pacientes va a permitir nutriciones parenterales especiales. Una de ellas es la hemodiálisis nutricional, aprovechando las sesiones de hemodiálisis para administrar nutrientes añadidos al dializado³⁵ (IIb). Esto obliga a reducir el flujo del dializador y es de escasa eficacia en el paciente crítico grave, aunque puede ser útil en pacientes con hemodiálisis continua e incluso en ultrafiltración continua lenta (SCUF). Otra de ellas, en pacientes con fallo renal agudo no hipermetabólico y hemodinámica estable, es la nutrición por la diálisis peritoneal, con soluciones de diálisis con glucosa o poliglucosa y aminoácidos para su absorción por el peritoneo. Suele resultar insuficiente en el paciente crítico³⁶ (IIa).

¿Cuándo debe iniciarse el soporte nutricional en el fracaso renal agudo?

Depende del catabolismo del paciente. Con un catabolismo bajo, sin malnutrición previa, se puede esperar hasta conseguir una buena tolerancia oral o enteral, tras la correc-

Tabla 2 Requerimientos nutricionales en el fracaso renal agudo

Energía no proteica	20-30 kcal/kg/día
Hidratos de carbono	2-5 g/kg/día
Lípidos	0,8-1,2 g/kg/día
Proteínas (aminoácidos esenciales y no esenciales)	
Tratamiento conservador, bajo catabolismo	0,6-0,8 g/kg/día
Depuración extrarrenal, catabolismo moderado	1,0-1,5 g/kg/día
Técnicas continuas de reemplazo renal, hipercatabolismo	1,7-2,2 g/kg/día
Vía de administración	
Tratamiento conservador, bajo catabolismo	Oral, suplementos, NE
Depuración extrarrenal, catabolismo moderado	NE y/o NPT
Técnicas continuas de reemplazo renal, hipercatabolismo	NE y/o NPT

NE: nutrición enteral; NPT: nutrición parenteral total.

ción de los trastornos hidroelectrolíticos con fluidoterapia. Los enfermos críticos hipercatabólicos con técnicas continuas de reemplazo renal deben recibir nutrición artificial precoz, ya que a su catabolismo de base deben añadirse las pérdidas secundarias a la técnica de depuración utilizada. La necesidad de iniciar muy precozmente el soporte puede aconsejar comenzar con nutrición mixta (enteral y parenteral)³⁷ (IV).

La tabla 2 ofrece un resumen del soporte nutricional en el fallo renal.

Recomendaciones

– El aporte proteico debe ajustarse a la situación clínica, al grado de catabolismo y al tratamiento (conservador o depuración extrarrenal) realizado (B).

– No deben utilizarse mezclas de aminoácidos compuestas exclusivamente por aminoácidos esenciales e histidina (B).

– Se recomiendan proteínas de alto valor biológico en los pacientes no catabólicos en tratamiento conservador (C).

– Cuando se recurre a técnicas de depuración extrarrenal es necesario incrementar el aporte proteico (B). El máximo recomendado es 2,5 g/kg/día (C).

– Con las técnicas continuas de reemplazo renal se recomienda realizar suplementos de glutamina y de taurina (C).

– En los pacientes con técnicas continuas de reemplazo renal se recomiendan soluciones de reposición y de diálisis sin glucosa o con 1 g de glucosa/l, con bicarbonato como *buffer* (B).

– Deben monitorizarse los valores de electrolitos (fósforo, potasio y magnesio) y de micronutrientes (cinc, selenio, tiamina, ácido fólico y vitaminas C, A y D) individualizando sus aportes (C).

– El aporte estándar de nutrientes no plantea problemas en pacientes con catabolismo normal sometidos a técnicas de depuración (C).

– Aunque la nutrición enteral (o la oral) es la vía de elección, en ocasiones la situación clínica del paciente obliga a realizar nutrición parenteral o mixta (C).

Conflicto de intereses

Los autores declaran haber participado en actividades financiadas por la industria farmacéutica dedicada a la comercialización de productos nutricionales (estudios clínicos, programas educacionales y asistencia a eventos científicos). Ninguna industria farmacéutica ha participado en la elaboración, discusión, redacción y establecimiento de evidencias en ninguna de las fases de este artículo.

Bibliografía

1. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA*. 2005;294:813-8.
2. Cano NJ, Aparicio M, Brunori G, Carrero JJ, Gianciaruso B, Fiaccadori E, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: adult renal failure. *Clin Nutr*. 2009;28:401-14.
3. Valencia E, Marín A, Hardy G. Nutrition therapy for acute renal failure: a new approach based on 'risk, injury, failure, loss, and end-stage kidney' classification (RIFLE). *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12:241-4.
4. Ganesan MV, Annigeri RA, Shankar B, Rao BS, Prakash KC, Seshadri R, et al. The protein equivalent of nitrogen appearance in critically ill acute renal failure patients undergoing continuous renal replacement therapy. *J Ren Nutr*. 2009;19:161-6.
5. Jiménez Jiménez FJ, López Martínez JA, Sánchez-Izquierdo Riera J. Nutrición artificial en la insuficiencia renal aguda. *Nutr Hosp*. 2005;20 Suppl 2:18-21.
6. Bagshaw SM, Cruz DN, Gibney RT, Ronco C. A proposed algorithm for initiation of renal replacement therapy in adult critically ill patients. *Crit Care*. 2009;13:317.
7. Druml W, Bürger U, Kleinberger G, Lenz K, Laggner A. Elimination of amino acids in acute renal failure. *Nephron*. 1986;42:62-7.
8. Brochard L, Abroug F, Brenner M, Broccard AF, Danner PL, Ferrer M, et al. An Official ATS/ERS/ESICM/SCCM/SRLF Statement: Prevention and Management of Acute Renal Failure in the ICU Patient: an international consensus conference in intensive care medicine. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181:1128-55.

9. Fouque D, Pelletier S, Guebre-Egziabher F. Have recommended protein and phosphate intake recently changed in maintenance hemodialysis? *J Ren Nutr.* 2011;21:35-8.
10. Davies SP, Reaveley DA, Brown EA, Kox WJ. Amino acid clearances and daily losses in patients with acute renal failure treated by continuous arteriovenous hemodialysis. *Crit Care Med.* 1991;19:1510-5.
11. Frankenfield DC, Badellino MM, Reynolds HN, Wiles CE 3rd, Siegel JH, Goodarzi S. Amino acid loss and plasma concentration during continuous hemodiafiltration. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1993;17:551-61.
12. Luyckx VA, Bonventre JV. Dose of dialysis in acute renal failure. *Semin Dial.* 2004;17:30-6.
13. Uchino S, Bellomo R, Goldsmith D, Davenport P, Cole L, Baldwin I, et al. Super high flux hemofiltration: a new technique for cytokine removal. *Intensive Care Med.* 2002;28:651-5.
14. Druml W, Kierdorf HP; Working group for developing the guidelines for parenteral nutrition of The German Association for Nutritional Medicine. Parenteral nutrition in patients with renal failure. Guidelines on Parenteral Nutrition. Chapter 17. *Ger Med Sci.* 2009;18:7.
15. Bellomo R, Tan HK, Bhonagiri S, Gopal I, Seacombe J, Daskalakis M, et al. High protein intake during continuous hemodiafiltration: impact on amino acids and nitrogen balance. *Int J Artif Organs.* 2002;25:261-8.
16. Scheinkestel CD, Kar L, Marshall K, Bailey M, Davies A, Nyulasi I, et al. Prospective randomized trial to assess caloric and protein needs of critically ill, anuric, ventilated patients requiring continuous renal replacement therapy. *Nutrition.* 2003;19:909-16.
17. Scheinkestel CD, Adams F, Mahony L, Bailey M, Davies AR, Nyulasi I, et al. Impact of increasing parenteral protein loads on amino acid levels and balance in critically ill anuric patients on continuous renal replacement therapy. *Nutrition.* 2003;19:733-40.
18. Fiaccadori E, Maggiore U, Rotelli C, Giacosa R, Picetti E, Parenti E, et al. Effects of different energy intakes on nitrogen balance in patients with acute renal failure: a pilot study. *Nephrol Dial Transplant.* 2005;20:1976-80.
19. Guimarães SM, Cipullo JP, Lobo SM, Burdmann EA. Nutrition in acute renal failure. *Sao Paulo Med J.* 2005;123:143-7.
20. Fiaccadori E, Parenti E, Maggiore U. Nutritional support in acute kidney injury. *J Nephrol.* 2008;21:645-56.
21. Frankenfield DC, Reynolds HN, Badellino MM, Wiles CE 3rd. Glucose dynamics during continuous hemodiafiltration and total parenteral nutrition. *Intensive Care Med.* 1995;21:1016-22.
22. Macias WL, Alaka KJ, Murphy MH, Miller ME, Clark WR, Mueller BA. Impact of the nutritional regimen on protein catabolism and nitrogen balance in patients with acute renal failure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1996;20:56-62.
23. Uchino S, Bellomo R, Ronco C. Intermittent versus continuous renal replacement therapy in the ICU: impact on electrolyte and acid-base balance. *Intensive Care Med.* 2001;27:1037-43.
24. Klein CJ, Moser-Veillon PB, Schweitzer A, Douglass LW, Reynolds HN, Patterson KY, et al. Magnesium, calcium, zinc, and nitrogen loss in trauma patients during continuous renal replacement therapy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2002;26:77-92.
25. Troyanov S, Geadah D, Ghannoum M, Cardinal J, Leblanc M. Phosphate addition to hemodiafiltration solutions during continuous renal replacement therapy. *Intensive Care Med.* 2004;30:1662-5.
26. Berger MM, Shenkin A, Revelly JP, Roberts E, Cayeux MC, Baines M, et al. Copper, selenium, zinc, and thiamine balances during continuous venovenous hemodiafiltration in critically ill patients. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:410-6.
27. Story DA, Ronco C, Bellomo R. Trace element and vitamin concentrations and losses in critically ill patients treated with continuous venovenous hemofiltration. *Crit Care Med.* 1999;27:220-3.
28. López Martínez J, Temprano Vázquez S, Sánchez Castilla M, Algora Weber A, Jiménez Jiménez J, Del Nogal Sáez F. Metabolismo del hierro en el paciente crítico. *Med Intensiva.* 1995;19:285-92.
29. Mirtallo JM, Schneider PJ, Mavko K, Ruberg RL, Fabry PJ. A comparison of essential and general amino acid infusions in the nutritional support of patients with compromised renal function. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1982;6:109-13.
30. Brow RO, Compher C; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN), Board of Directors. ASPEN Clinical guidelines: nutrition support in adult acute and chronic renal failure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2010;34:366-77.
31. Fiaccadori E, Cremaschi E. Nutritional assessment and support in acute kidney injury. *Curr Opin Crit Care.* 2009;15:474-80.
32. Novák I, Srámek V, Pittrová H, Rusavý P, Lacigová S, Eiselt M, et al. Glutamine and other amino acid losses during continuous venovenous hemodiafiltration. *Artif Organs.* 1997;21:359-63.
33. Metnitz PG, Krenn CG, Steltzer H, Lang T, Ploder J, Lenz K, et al. Effect of acute renal failure requiring renal replacement therapy on outcome in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2002;30:2051-8.
34. Druml W. Nutritional management of acute renal failure. *Am J Kidney Dis.* 2001;37 Suppl 2:S89-94.
35. Korzets A, Azoulay O, Ori Y, Zevin D, Boaz M, Herman M, et al. The use of intradialytic parenteral nutrition in acutely ill haemodialysed patients. *J Ren Care.* 2008;34:14-8.
36. Van Biesen W, Boer W, De Greve B, Dequidt C, Vijt D, Faict D, et al. A randomized clinical trial with a 0.6% amino acid/1.4% glycerol peritoneal dialysis solution. *Perit Dial Int.* 2004;24:222-30.
37. Scurlock C, Mechanick JI. Early nutrition support in the intensive care unit: a US perspective. *Curr Opin Nutr Metab Care.* 2008;11:152-5.