

# Presentación del Proyecto de Investigación para la a de la bioimpedanciometría eléctrica en la monitorización y control del estado de hidratación y nutrición de los pacientes en atención primaria

<sup>1</sup>Núñez Morales NI, <sup>2</sup>Quirós Ganga PL

<sup>1</sup>Facultad de Medicina de la Universidad de

<sup>2</sup>Hospital Universitario Puerto Real  
Cádiz

Clásicamente, para medir el estado nutricional y de hidratación en la población se han utilizado distintos métodos que incluyen la encuesta dietética, la antropometría y las determinaciones bioquímicas (creatinina, albúmina y prealbúmina), que pueden estar influidos por otros procesos concomitantes (inflamación, hepatopatías...).

La composición corporal ha sido el centro de estudio de muchos investigadores; sin embargo, la mayoría de los procedimientos utilizados para determinarla han sido o muy costosos o de difícil aplicabilidad en la práctica clínica diaria y sobre todo en atención primaria.

El análisis de la impedancia bioeléctrica (BIE) proporciona información relacionada con el grado de nutrición e hidratación del cuerpo humano. No es de extrañar que en los últimos años se haya generalizado el uso de monitores de BIE en los pacientes con enfermedad renal crónica. La BIE es una técnica resultado de investigaciones de distintos autores, como Thomasset y Hoffer, quienes, en la década de 1960, demostraron la concordancia entre la BIE y el agua corporal total.

El principio básico de la técnica es sencillo. La BIE es un fenómeno físico que se observa midiendo la resistencia que encuentra una corriente eléctrica alterna cuando pasa a través de un cuerpo o conductor. Utilizando la ley de Ohm, es posible predecir el valor de resistencia si se conoce el voltaje y la intensidad eléctrica. La resistencia está condicionada por la resistividad de los diferentes tejidos a la conducción de la corriente eléctrica: los tejidos graso y óseo son malos conductores y la corriente circula mejor por los fluidos intra y extracelulares, que son soluciones electrolíticas.

La BIE se constituye así en uno de los métodos mejor valorados para la estimación de la composición corporal en tres compartimentos: líquido, magro (muscular) y graso. De esta estimación se deriva la del estado de hidratación y de nutrición de la persona. La BIE ocupa un lugar destacado para este fin por su sencillez, coste, inmediatez, capacidad de repetición e inocuidad para el sujeto que es sometido a examen. Por ello, esta técnica se está incorporando en distintas disciplinas médicas, sobre todo en la nefrología, pero no aún de forma generalizada en atención primaria. Al analizar la composición corporal, el estado de hidratación y la nutrición de forma objetiva, complementan la evaluación clínica y ayudan a identificar a los pacientes que presentan sobrehidratación y a los que presentan desnutrición o malnutrición.

La utilización de la BIE en una consulta de atención primaria es un reto atractivo, pues puede facilitar la labor del médico de familia.

## OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto de investigación es evaluar la efectividad real clínica de la BIE y presentar las bases y estrategias para su aplicación e implementación en atención primaria.

Para ello nos proponemos:

- Analizar en una primera fase del estudio mediante BIE los parámetros de hidratación y nutrición en una población con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal (los pacientes en diálisis son la aplicación actual más extendida de la BIE).

- En la segunda fase del estudio plantearemos la hipótesis de que la BIE es igualmente aplicable para la atención primaria, lo que supone:

- Una estrategia de difusión de los resultados en atención primaria.

- La presentación de una relación de aplicaciones potenciales para análisis mediante BIE en pacientes en este nivel asistencial.

- La tercera fase del estudio supondrá la aplicación en atención primaria en el sentido de:

- Medir en la práctica real mediante BIE los mismos parámetros analizados en la población con insuficiencia renal crónica en pacientes con sospecha de alteración del estado de nutrición y/o hidratación. Esto se llevará a cabo en los centros de atención primaria que se hayan adherido al proyecto.

- Comprobar la *hipótesis nula* de que la técnica es igualmente aplicable para las dos poblaciones.

- Comprobada la *hipótesis nula*, realizaremos una estrategia de implementación de la técnica en este nivel asistencial y una "cartera de servicios" de aplicación de esta técnica en atención primaria.

## METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Estudio de cohorte, prospectivo, de aplicación y utilidad de la técnica de BIE en atención primaria.

### PRIMERA FASE DEL ESTUDIO

Aplicabilidad real de la BIE para la medición del estado de hidratación y nutrición en una población con enfermedad renal crónica:

- **Objetivo.** En una primera fase del estudio ya se han analizado mediante BIE los parámetros de hidratación y nutrición en una población con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal. Estos resultados están suficientemente validados por la bibliografía médica nefrológica. El objetivo de esta primera fase, por tanto, ha sido comprobar una vez más *in situ* la validez de la técnica en pacientes en diálisis peritoneal (DP).

- **Pacientes.** Todos los incluidos en el programa de DP de la UGC de Nefrología del Hospital Universitario de Puerto Real, excepto los portadores

de marcapasos, dispositivos electrónicos externos, prótesis articulares metálicas... La muestra es el universo de pacientes incluidos en esta técnica.

- **Aspectos éticos y legales.** Todos los pacientes que inician tratamiento renal sustitutivo en DP autorizan explícitamente mediante consentimiento informado la inclusión de sus datos en los Registros Autonómicos Oficiales de Enfermos Renales para su uso en proyectos científicos y en posteriores divulgaciones científicas. Se solicitará la valoración del CEIC según requisitos que correspondan al comité local. Todos los pacientes que participen en el proyecto autorizarán explícitamente su inclusión en el mismo mediante consentimiento informado escrito, así como el uso de los datos incluidos en los Registros Autonómicos Oficiales de Enfermos Renales.

El manejo de los datos se realizará con Códigos numéricos, nunca con datos identificativos de pacientes, para dar cumplimiento a la Ley Orgánica de Protección de Datos y a la Confidencialidad de los pacientes.

### SEGUNDA FASE DEL ESTUDIO

Los resultados de la validez y aplicabilidad de la prueba para medir el estado de nutrición e hidratación en los pacientes renales se presentarán en atención primaria con vistas a poder desarrollar potenciales aplicaciones en este ámbito sanitario y establecer la tercera fase del proyecto. La utilización de la BIE en una consulta de atención primaria es una innovación pendiente de evaluar, que puede facilitar la labor del médico de familia.

Se establecerá un cronograma de visitas a los centros de salud, consensada con la dirección del Distrito de Atención Primaria "Bahía de Cádiz-La Janda", para la presentación del proyecto y su difusión, así como para ejecutar el mismo y realizar el procedimiento BIE para comprobar la validez en este ámbito de las potenciales aplicaciones de la BIE:

- **Medición del estado de hidratación:** euvolemia, sobrehidratación o deshidratación; valoración de estados edematosos crónicos o agudos, seguimiento y manejo de diuréticos, abordaje de pacientes con insuficiencia cardiaca, enfermedad renal crónica, síndrome cardiorrenal, hipertensión arterial, valoración de edemas asociados a insuficiencia venosa, linfedema...

- Valoración de los estados de nutrición teniendo en cuenta que sus alteraciones y problemas asociados tienen una alta prevalencia en las poblaciones asistidas en atención primaria.

### TERCERA FASE

Se realizarán medidas de BIE para conocer el estado de nutrición e hidratación en los centros de salud:

- En los centros de salud que se hayan adherido evaluaremos mediante BIE en la práctica real en pacientes con sospecha de alteración del estado de nutrición y/o hidratación los mismos parámetros analizados en la población con insuficiencia renal crónica.
- Comprobaremos la *hipótesis nula* de que la técnica es igualmente aplicable para las dos poblaciones; se observará que no existan incongruencias entre los resultados de las medidas en pacientes con enfermedad renal crónica y los de la población general adscritos a los centros de salud adheridos al estudio.
- Comprobada la *hipótesis nula*, llevaremos a cabo una estrategia de implementación de la técnica en este nivel asistencial.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes mayores de 14 años en el ámbito de atención primaria con sospecha de alteración del estado de nutrición y/o hidratación, según criterios de sospecha clínica de su médico de familia; pacientes en los que es posible la medida rutinaria con BCM (monitor de BIE).

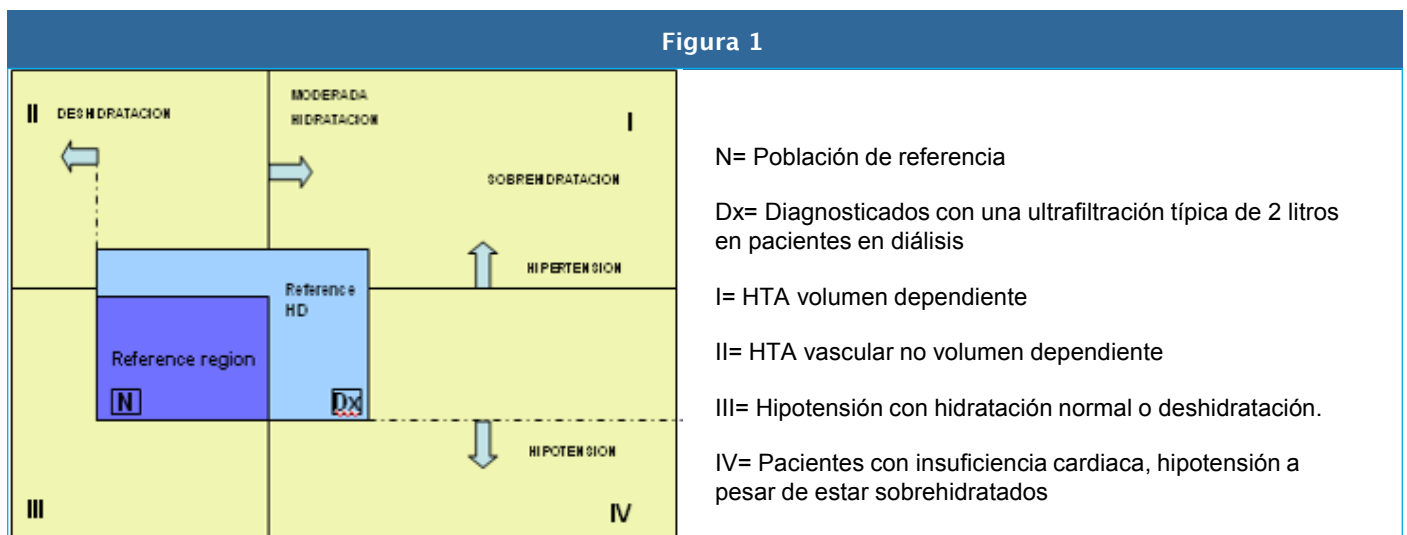
- Pacientes mayores de 18 años que hayan firmado el consentimiento informado para la participación en el estudio.

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes que tienen alguna condición que no permite el uso del BCM: dispositivo electrónico implantado como marcapasos, dispositivo electrónico externo, articulaciones artificiales metálicas (se permiten los implantes dentarios y *piercings*).
- Pacientes con amputación.
- Mujeres en estado de gestación.

### VARIABLES Y PARÁMETROS A RECOGER

- Datos basales y demográficos: edad, sexo y comorbilidad.
- Datos de laboratorio: hemoglobina, hematocrito, albúmina, proteína C reactiva, glucosa, hemoglobina glucosilada, urea/BUN (nitrógeno ureico en sangre), creatinina sérica, filtrado glomerular estimado por la fórmula MDRD-4.
- Variables derivadas de la medición de BIE: datos de la composición corporal (BCM), que serán extraídos del programa *Fluid Management Tool (FMT)*: peso, sobrehidratación, tensión arterial, agua corporal total (TBW), agua extracelular (ECW), agua intracelular (ICW), masa de tejido magro (LTM), masa de tejido adiposo (ATM), peso corporal estimado en estado de euvolemia.
- Medicación que pueda influir en el estado de hidratación: dosis de diuréticos, hipotensores...



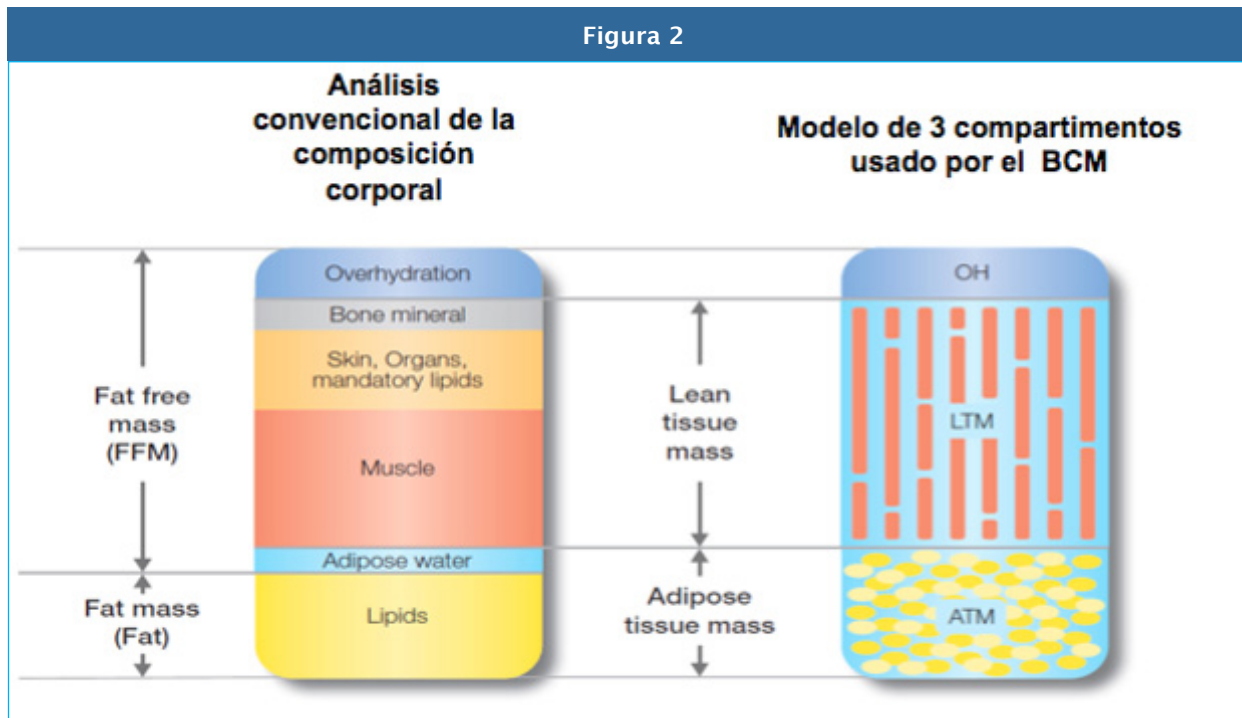
- Resultado: estado de hidratación y estado de nutrición tras la introducción en el BCM de edad, altura, peso, tensión arterial sistólica y diastólica y la correspondiente medición. El aparato nos muestra una gráfica similar a la figura 1.

El estado nutricional se medirá en función de la determinación de los compartimentos grasos y magros, también definidos por la BIE, según la figura 2.

## PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Primero se comprueba si el paciente cumple los criterios de inclusión en el estudio. En caso afirmativo, se le informa sobre la técnica de la BIE y la utilización de los datos que se van a obtener. Si está de acuerdo firmará el consentimiento y se hará la primera medición.

Cuando el paciente acuda a la siguiente revisión



en la consulta de atención primaria, (aproximadamente 2 meses después) se le efectuará otra medición. Al menos se realizarán 2-3 mediciones periódicas para poder establecer la utilidad de la BIE en la determinación de su estado de hidratación y nutrición.

## RECOGIDA DE LOS DATOS

En el momento basal y en cada visita se registrarán los datos de básicos de filiación del paciente, de laboratorio, el estado de hidratación (según criterio médico y según los resultados de la medición con el BCM), la medicación y los cambios en ella.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

- Análisis descriptivos: características presentadas con medidas de tendencia central y de dispersión, y medidas de frecuencia, en función del tipo

de variable utilizada (cuantitativa o cualitativa).

- Estadística inferencial: uso de tests de hipótesis de causalidad (t de Student y Chi-cuadrado para los análisis bivariantes -diferencias entre medias o frecuencias de variables según grupos comparativos que se planteen-).

## FINAL

Fruto del consenso entre las tres fases (validez de la prueba en un Servicio de Nefrología), se procederá a la difusión de resultados, establecimiento del proyecto para atención primaria y ejecución del mismo en este ámbito para comprobar su validez en los pacientes de los centros de salud. Se elaborará un protocolo final que incluirá la metodología de realización de BIE en pacientes en atención primaria y una lista de las indicaciones de la BIE en atención primaria ("Cartera de Servicios de la BIE en atención primaria").

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López-Gómez JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología* 2011;31:630-4.
2. Cigarrán Guldrís S. Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial (BIVA) en nefrología. *Nefrología* 2011;31:635-43.
3. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología* 2002;22:228-38.
4. Kotanko P, Levin NW, Zhu F. Current state of bioimpedance technologies in dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:808-12.
5. Cole KS, Cole RH. Dispersion and absorption in dielectrics. Alternating current characteristics. *J Chem Phys* 1941;9:341-51.
6. Cooper BA, Aslani A, Ryan M, Zhu FYP, Ibels LIS, Allen BJ, et al. Comparing different methods of assessing body composition in endstage renal failure. *Kidney Int* 2000;58:408-16.
7. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Composition of the ESPEN Working Group: Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004;23:1226-43.
8. Kaysen GA, Zhu F, Sarkar S, Heymsfield SB, Wong J, Kaitwatcharachai Ch, et al. Estimation of total-body and limb muscle mass in hemodialysis patients by using multifrequency bioimpedance spectroscopy. *Am J Clin Nutr* 2005;82:988-95.
9. Moissl UM, Wabel P, Chamney PW, Bosaeus I, Levin NW, Bosy-Westphal A, et al. Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiol Meas* 2006;27:921-33.
10. Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys* 2008;30:1257-69.
11. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987;46:537-56.
12. Avram MM, Fein PA, Borawski C, Chattopadhyay J, Matza B. Extracellular mass/body cell mass ratio is an independent predictor of survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2010;78:S37-40.
13. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:1574-9.
14. Mushnick R, Fein PA, Mittman N, Goel N, Chattopadhyay J, Avram MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2003;64:S53-6.
15. Segall NDT, Segall L, Mardare NG, Ungureanu S, Busuioc M, Nistor I, et al. Nutritional status evaluation and survival in haemodialysis patients in one centre from Romania. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:2536-40.
16. Caravaca F, Martínez del Viejo C, Villa J, Martínez-Gallardo R, Ferreira F. Estimación del estado de hidratación mediante bioimpedancia espectroscópica (multifrecuencia) en la enfermedad renal crónica avanzada prediálisis. *Nefrología* 2011;31:537-44.
17. Abad S, Sotomayor G, Vega A, Pérez de José A, Verdalles U, Jofré R, et al. El ángulo de fase de la impedancia eléctrica es un predictor de supervivencia a largo plazo en pacientes en diálisis. *Nefrología* 2011;31:670-6.
18. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992;11:199-209.



19. Basile C, Vernaglione L, Di Iorio B, Bellizzi V, Chimienti D, Lomonte C, et al. Development and validation of bioimpedance analysis prediction equations for dry weight in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007;2:675-80.
20. Jha V, Jairam A, Sharma MC, Sakhuja V, Piccoli A, Parthasarathy S. Body composition analysis with bioelectric impedance in adult Indians with ESRD: comparison with healthy population. *Kidney Int* 2006;69:1649-53.
21. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int* 1994;46:534-9.
22. Pillon L, Piccoli A, Lowrie EG, Lazarus JM, Chertow GM. Vector length as a proxy for the adequacy of ultrafiltration in hemodialysis. *Kidney Int* 2004;66:1266-71.
23. Buffa R, Floris G, Marini E. Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2003;19:917-21.
24. Chamney PW, Wabel P, Moissl UM, Müller MJ, Bosy-Westphal A, Korth O, et al. A whole-body model to distinguish excess fluid from the hydration of major body tissues. *Am J Clin Nutr* 2007;85:80-9.
25. Wang X, Axelsson J, Lindholm B, Wang T. Volume status and blood pressure in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Blood Purif* 2005;23:373-8.
26. Kartzarski KS, Divino Filho JC, Bergström J. Extracellular volume changes and blood pressure levels in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2003;7:135-42.
27. Passauer J, Petrov H, Schleser A, Leicht J, Pucalka K. Evaluation of clinical dry weight assessment in haemodialysis patients using bioimpedance spectroscopy: a cross-sectional study. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25:545-51.
28. Wabel P, Chamney P, Moissl U, Jirka T. Importance of whole-body bioimpedance spectroscopy for the management of fluid balance. *Blood Purif* 2009;27:75-80.
29. Chen YC, Lin CJ, Wu CJ, Chen HH, Yeh JC. Comparison of extracellular volume and blood pressure in hemodialysis and peritoneal dialysis patients. *Nephron Clin Pract* 2009;113:c112-6.
30. Wabel P, Moissl U, Chamney P, Jirka T, Macheck P, Ponce P, et al. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:2965-71.
31. Bonello M, House AA, Cruz D, Asuman Y, Andrikos E, Petras D, et al. Integration of blood volume, blood pressure, heart rate and bioimpedance monitoring for the achievement of optimal dry body weight during chronic hemodialysis. *Int J Artif Organs* 2007;30:1098-108.
32. Palmer BF, Henrich WL. Recent advances in the prevention and management of intradialytic hypotension. *J Am Soc Nephrol* 2008;19:8-11.
33. Macheck P, Jirka T, Moissl U, Chamney P, Wabel P. Guided optimization of fluid status in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25:538-44.
34. Fagugli RM, Pasini P, Quintaliani G, Pasticci F, Cio G, Cicconi B, et al. Association between extracellular water, left ventricular mass and hypertension in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:2332-8.
35. Cheng LT, Chen W, Tang W, Wang T. Residual renal function and volume control in peritoneal dialysis patients. *Nephron Clin Pract* 2006;104:c47-54.
36. Demirci MS, Demirci C, Ozdogan O, Kircelli F, Akcicek F, Basci A, et al. Relations between

- malnutrition-inflammation-atherosclerosis and volume status. The usefulness of bioimpedance analysis in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:1708-16.
37. Jacobs LH, Van de Kerkhof JJ, Mingels AM, Passos VL, Kleijnen VW, Mazairac AH, et al. Inflammation, overhydration and cardiac biomarkers in haemodialysis patients: a longitudinal study. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25:243-8.
38. Mazairac AH, De Wit GA, Grooteman MP, Penne EL, Van der Weerd NC, Van den Dorpel MA, et al; on behalf of the CONTRAST investigators. A composite score of protein-energy nutritional status predicts mortality in haemodialysis patients no better than its individual components. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:1962-7.
39. Herselman M, Esau N, Kruger JM, Labadarios D, Moosa MR. Relationship between body mass index and mortality in adults on maintenance hemodialysis: a systematic review. *J Ren Nutr* 2010;20:281-92.
40. Prasad N, Gupta A, Sinha A, Singh A, Sharma RK, Kaul A. Impact of stratification of comorbidities on nutrition indices and survival in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 2009;29(Suppl 2):S153-7.
41. Chertow GM, Johansen KL, Lew N, Lazarus JM, Lowrie EG. Vintage, nutritional status, and survival in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2000;57:1176-81.
42. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996;50:2103-8.
43. Kalantar-Zadeh K, Streja E, Kovesdy CP, Oreopoulos A, Noori N, Jing J, et al. The obesity paradox and mortality associated with surrogates of body size and muscle mass in patients receiving hemodialysis. *Mayo Clin Proc* 2010;85:991-1001.
44. Kaysen GA, Zhu F, Sarkar S, Heymsfield SB, Wong J, Kaitwatcharachai C, et al. Estimation of total-body and limb muscle mass in hemodialysis patients by using multifrequency bioimpedance spectroscopy. *Am J Clin Nutr* 2005;82:988-95.
45. Lindley EJ, Chamney PW, Wuepper A, Ingles H, Tattersall JE, Will EJ. A comparison of methods for determining urea distribution volume for routine use in on-line monitoring of haemodialysis adequacy. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:211-6.
46. Teruel JL, Álvarez Rangel LE, Fernández Lucas M, Merino JL, Liaño F, Rivera M, et al. Control of the dialysis dose by ionic dialysance and bioimpedance. *Nefrología* 2007;27:68-73.
47. Wuepper A, Tattersall J, Kraemer M, Wilkie M, Edwards L. Determination of urea distribution volume for Kt/V assessed by conductivity monitoring. *Kidney Int* 2003;64:2262-71.
48. Watson PE, Watson ID, Batt RD. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1980;33:27-39.