

Bioimpedancia vectorial en la valoración nutricional y del balance hídrico de pacientes con insuficiencia renal crónica

Sistema de detección de tecnologías
nuevas y emergentes (Detecta-t)

Bioimpedance vector analysis in
the assessment of nutritional status
and body fluid volume in patients
with chronic renal failure

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

avalia-t Núm. 2010 / 01-3

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



Bioimpedancia vectorial en la valoración nutricional y del balance hídrico de pacientes con insuficiencia renal crónica

Sistema de detección de tecnologías
nuevas y emergentes (Detecta-t)

Bioimpedance vector analysis in
the assessment of nutritional status
and body fluid volume in patients
with chronic renal failure

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

avalia-t Núm. 2010 / 01-3

Bioimpedancia vectorial en la valoración nutricional y del balance hídrico de pacientes con insuficiencia renal crónica. – Margot Einöder Moreno, Gerardo Atienza Merino. — Santiago de Compostela : Consellería de Sanidade, Axencia de Avaliación de Tecnoloxías Sanitarias de Galicia (avalia-t); 2011. 1 archivo pdf ; — (Informes, Estudos e Investigación ; avalia-t Nº.: 2010/01-3)

NIPO: En trámite

Depósito Legal: En trámite

1. Impedancia Eléctrica 2. Insuficiencia Renal Crónica

Dirección: María Luisa López García

Autores: Margot Einöder Moreno, Gerardo Atienza Merino

Este documento se ha realizado en el marco de colaboración previsto en el Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud elaborado por el Ministerio de Sanidad y Política Social, al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Ciencia e Innovación, y Fundación Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña

Para citar este informe:

Einöder Moreno M, Atienza Merino G. Bioimpedancia vectorial en la valoración nutricional y del balance hídrico de pacientes con insuficiencia renal crónica. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social e Igualdad. Axencia de Avaliación de Tecnoloxías Sanitarias de Galicia; 2010. Informes de evaluación de tecnologías sanitarias: avalia-t Núm. 2010/01-3.

Información dirigida a profesionales sanitarios.

Esta ficha técnica ha sido notificada y sometida a revisión externa por el Dr. D. Secundino Cigarrán Guldriés, del Servicio de Nefrología del Hospital da Costa (Burela, Lugo). La Axencia de Avaliación de Tecnoloxías Sanitarias de Galicia agradece su colaboración desinteresada y los comentarios aportados.

Los autores de este documento declaran que no ha existido ningún tipo de conflicto de interés en la realización del mismo.

El revisor externo del documento no suscribe necesariamente el contenido de este documento, responsabilidad exclusiva de los autores.

Este documento puede ser reproducido parcial o totalmente para uso no comercial, siempre que se cite explícitamente su procedencia.

Edita: Axencia de Avaliación de Tecnoloxías Sanitarias de Galicia, avalia-t. Consellería de Sanidade.

NIPO: En trámite

Depósito Legal: En trámite

Maquetación: Tórculo Artes Gráficas, S. A.

Publicado exclusivamente en internet

Bioimpedancia vectorial en la valoración nutricional y del balance hídrico de pacientes con insuficiencia renal crónica

Sistema de detección de tecnologías
nuevas y emergentes (Detecta-t)

Bioimpedance vector analysis in
the assessment of nutritional status
and body fluid volume in patients
with chronic renal failure

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

avalia-t Núm. 2010 / 01-3

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



Índice

Fecha de elaboración de la ficha técnica	9
Datos generales	9
Descripción de la tecnología	11
Importancia sanitaria	13
Incidencia/prevalencia	13
Mortalidad/morbilidad	14
Resultados clínicos	15
Seguridad/Efectividad	15
Utilidad clínica	19
Investigación clínica en marcha	21
Evaluación económica	21
Requerimientos de uso	23
Formación	23
Equipamiento	23
Organización	23
Recursos humanos	23
Proveedores	23
Coste de la tecnología	24
Impacto	25
Impacto en la salud	25
Impacto ético	25
Impacto social	25
Impacto legal	25
Impacto económico	25
Difusión esperada	25
Nivel de evidencia	27

Bibliografía..... 29

Anexos 31

ANEXO 1. Metodología empleada en la elaboración de la ficha técnica. 31

ANEXO 2. Lista de abreviaturas 33

Fecha de elaboración de la ficha técnica

Febrero 2011.

Datos generales

Nombre de la tecnología	Bioimpedancia vectorial.
Clasificación de la tecnología	Diagnóstica.
Población diana	Pacientes con insuficiencia renal crónica a tratamiento con terapia renal sustitutiva.
Situación actual	Emergente (empleada en un reducido número de centros sanitarios).
Grado de desarrollo	Consolidado.
Ámbito de aplicación	Servicios de Nefrología y Nutrición.
Relación con tecnologías previas	Apoya la exploración clínica (medidas antropométricas).
País y/o centro en los que se emplea	Distribución mundial.
Nombre de la empresa	Akern Srl
Denominación comercial de la tecnología y proveedor	BIA 101 Premium Health Concepts. Marbella, España.

Descripción de la tecnología

La impedancia (Z) es la oposición que muestra un cuerpo conductor al paso de una corriente eléctrica. El análisis de la bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método utilizado en la práctica clínica que, basándose en dicho concepto, analiza la composición corporal y obtiene datos sobre el estado de hidratación y nutrición del paciente.

Existen diferentes métodos para realizar esta prueba, pero el más habitual consiste en pasar una corriente monofrecuencia de muy baja intensidad (50kHz) a través de cuatro electrodos colocados dos a dos en la mano y el pie del mismo hemicuerpo. Es una prueba indolora ya que la intensidad es tan baja que es imperceptible por el paciente.

En el análisis se asume que, al paso de la corriente eléctrica, el cuerpo humano se comporta como un cilindro en el que la impedancia es directamente proporcional a la longitud (L) e inversamente proporcional a la sección transversal (A) (Ley de Ohm). La oposición que el cuerpo humano ofrece al paso de la corriente está formada por dos componentes: la resistencia (R) que ofrece el fluido intra y extracelular y la reactancia (X_c) de las membranas celulares (tejido celular).

Con la BIA se realiza la medición de la resistencia (R) y reactancia (X_c) y a través de una ecuación de regresión se pueden calcular los parámetros de:

- agua corporal total (en inglés, *total body water*, TBW)
- masa libre de grasa (en inglés, *fat-free mass*, FFM)
- masa grasa (en inglés, *fat mass*, FM)
- agua intra y extracelular (en inglés, *intracellular and extracellular water*, ICW, ECW).

Existen distintas ecuaciones para realizar el cálculo, pero en todas ellas se incluyen por lo menos datos de altura y peso del paciente y la sección transversal (A) es considerada una constante. En la mayoría de las ecuaciones se dejan de lado los datos de reactancia (X_c).

La bioimpedancia vectorial (BIVA) es un nuevo tipo de análisis de la bioimpedancia en la que además de la resistencia se tiene en cuenta la reactancia y con ambas se obtiene el vector de impedancia Z que es re-

presentado gráficamente mediante el gráfico RXc (fig.1). Este gráfico está estandarizado por altura y en él figuran las elipses que indican el 50%, 75% y el 95% de tolerancia en población sana, siendo distintas según el sexo y la raza (1). Dependiendo de la situación del vector con respecto a las elipses se puede conocer si los estados de hidratación y nutrición del paciente están dentro de la normalidad.

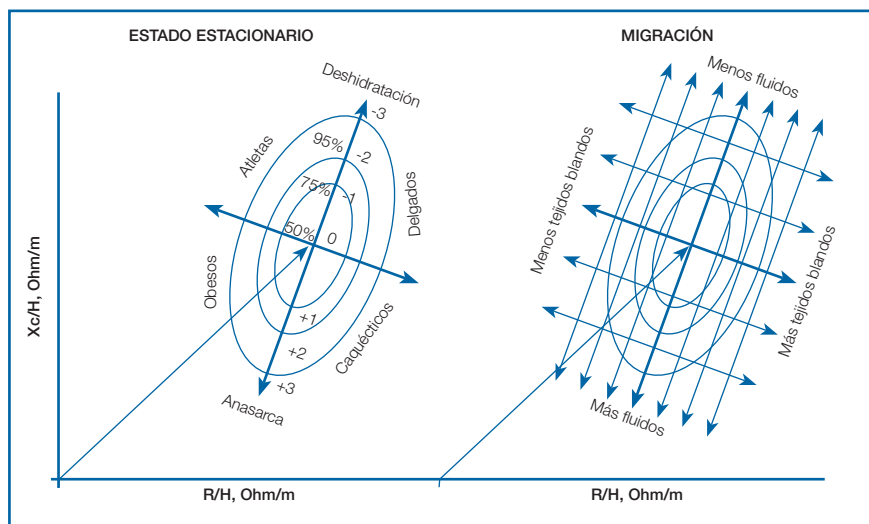


Figura 1. Representación gráfica del vector de impedancia Z mediante el gráfico RXc

Cuando el vector de impedancia de un paciente cae fuera de la elipse de tolerancia al 75% es posible identificar si esta alteración es debida a su estado de hidratación o de nutrición según el desplazamiento del vector sobre los ejes:

- Vectores que están por encima del eje menor indican deshidratación, mientras que si están por debajo indican un exceso de líquido.
- Un vector situado a la izquierda del eje mayor indica un aumento de tejidos blandos [diferenciando si es debido a aumento de masa muscular (atletas) o a masa grasa (obesos)], y si está situado a la derecha, disminución de dicha masa, diferenciando también si el paciente se encuentra en un estado caquético o está simplemente delgado.

Dos de las grandes diferencias de este método con respecto a la BIA convencional es que no asume que haya una hidratación homogénea de los tejidos y que el peso del paciente no es tenido en cuenta, dato que en pacientes obesos o con edemas puede dar lugar a errores.

Importancia sanitaria

Incidencia/prevalencia

Incidencia

En 2008, Taiwán y Estados Unidos fueron los países del mundo con mayor incidencia de insuficiencia renal crónica dependiente de terapia renal sustitutiva, con 384 y 362 casos por millón de habitantes (pmp), respectivamente. Los países de la Unión Europea no sobrepasaron en ningún caso los 200 casos pmp, situándose España con una incidencia de 128 casos pmp (2).

Según datos de la Sociedad Española de Nefrología (3), la incidencia de insuficiencia renal crónica en España en 2009 fue de 129 pacientes por millón de habitantes, de los que el 85% iniciaron hemodiálisis, un 12% diálisis peritoneal y un 3% recibieron trasplante renal, aunque existen grandes variaciones entre las distintas comunidades autónomas. En Galicia, la incidencia fue de 124 pmp de los que el 85% iniciaron hemodiálisis, el 13% diálisis peritoneal y el 2% recibieron un trasplante renal.

Prevalencia

Según datos del National Institutes of Health de EE.UU., en 2008, Taiwán, Japón y Estados Unidos encabezaban las mayores tasas de prevalencia de insuficiencia renal crónica dependiente de terapia renal sustitutiva, con 2 311, 2 126 y 1 752 personas por millón de habitantes (pmp), respectivamente. Ese mismo año, la prevalencia en España fue de 995 casos pmp (2).

En 2009, la Sociedad Española de Nefrología (3) nos mostraba una prevalencia en España de insuficiencia renal crónica de 1 039 pacientes por millón de habitantes, de los que el 47,5% estaban en hemodiálisis, el 5% en diálisis peritoneal y otro 47,5% habían recibido un trasplante renal. En Galicia, la prevalencia fue de 1 079 pmp de los que el 48% estaban en hemodiálisis, el 10% en diálisis peritoneal y el 42% habían recibido un trasplante renal.

Mortalidad/morbilidad

En 2009, la mortalidad en pacientes en hemodiálisis en España fue de un 15% y la de los pacientes en diálisis peritoneal del 8%, manteniéndose la tendencia estable de los años anteriores.

Resultados clinicos

Seguridad/Efectividad

En 1998, Piccoli (4) realizó un estudio en 1 367 pacientes en hemodiálisis crónica y en 726 controles sanos, con el objetivo de evaluar la situación prediálisis en ambos grupos.

Se observó que los pacientes dializados diferían significativamente de los controles, mostrando unos vectores más cortos y un ángulo de fase más pequeño. No se observó un solapamiento entre las elipses de 95% de confianza de los pacientes y las personas sanas.

Dentro de los pacientes hemodializados, los pacientes inestables mostraron unos vectores más largos y un ángulo de fase más pequeño que los pacientes estables. Los vectores postdiálisis, tanto de pacientes estables como inestables, fueron significativamente más largos, aunque en pacientes inestables el desplazamiento del vector con respecto a la prediálisis fuese más corto y con menor pendiente que en pacientes estables.

Un 43% de los pacientes inestables y un 27% de los estables cayeron fuera de la elipse de tolerancia al 75% en la medición prediálisis. Estos porcentajes fueron más elevados en la postdiálisis, ya que un 59% de los pacientes inestables y un 44% de los estables se salieron de dicha elipse. No se encontró correlación entre los componentes del vector y la albúmina plasmática, presión oncótica y hemoglobina.

Pillon et al. (2004) (5) evaluaron una cohorte de 3 009 pacientes renales en hemodiálisis desde por lo menos 3 o más meses. Al inicio del estudio se realizó a los pacientes una BIVA prediálisis, siendo seguidos durante al menos un año (rango de 2 a 18 meses).

Se encontró que el ángulo de fase se correlacionaba inversamente con la edad y la antigüedad en la diálisis, mientras que la longitud del vector se correlacionaba directamente con la edad aunque no con el tiempo en diálisis del paciente. La supervivencia total de la cohorte al año fue del 88%, observándose una asociación entre la longitud del vector del BIVA y la mortalidad, con un riesgo relativo (RR) de 0,75 (95% IC=0,57-0,88) por cada 100 ohm/m de cambio en la longitud del vector.

Para verificar que esta asociación era linear se dividió la longitud del vector en 6 categorías (<200, 200-250, 250-300, 300-350, 350-400 y ≥ 400 ohm/m) y se cogió como referencia el intervalo de 300-350 ohm/m para calcular el riesgo relativo de mortalidad de los demás intervalos. Dos de ellos fueron estadísticamente significativos, el RR del intervalo 200-250 ohm/m (1,54; 95% IC=1,08–2,21) y el del intervalo <200 ohm (2,83; 95% IC=1,55–5,15). Este aumento de riesgo de mortalidad en los pacientes con vectores más cortos fue independiente de la edad, sexo, raza, diabetes, antigüedad en diálisis, niveles de albúmina, creatinina, hemoglobina, ferritina y del ángulo de fase. Tampoco se encontró interacción entre el ángulo de fase y la longitud del vector, así como no fue posible demostrar una asociación entre la mayor longitud del vector y una disminución en la mortalidad.

Ese mismo año, Nescolarde et al. (6) realizaron un estudio en 74 pacientes en hemodiálisis, divididos en estables (sin edemas) e inestables (con edemas). Se observó que los pacientes estables se situaban dentro de la elipse de tolerancia al 75% y que los pacientes inestables lo hacían fuera de este límite. Por otro lado se vio que en las elipses de tolerancia al 95%, ambos grupos no se solapaban.

En 2006, Jha et al. (7) estudiaron 613 adultos de India, de los que 162 eran enfermos renales de estadio IV y 451 controles sanos. Los parámetros de referencia de bioimpedancia se obtuvieron a partir de los controles sanos. Los resultados mostraron un menor índice Xc/H y un menor ángulo de fase en los pacientes con insuficiencia renal de ambos sexos, siendo las diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon con los controles sanos. En el gráfico RXc, las elipses de tolerancia al 95% de los controles no se solaparon con las de los pacientes con insuficiencia renal. En comparación se observó que el agua corporal total (TBW), el agua extracelular (ECW) y el volumen plasmático eran mayores en los pacientes con insuficiencia renal y mayor que en pacientes norteamericanos, no siendo una sorpresa dado que los pacientes indios reciben habitualmente, únicamente ocho horas semanales de hemodiálisis.

Bozzetto et al. (8) publicaron en 2010 un estudio realizado en 82 niños de 2 a 14 años, divididos en 3 grupos:

- Grupo A: 46 niños con insuficiencia renal crónica de estadios II-IV sin edema.
- Grupo B: 21 niños con enfermedad glomerular, con función renal normal y edema con fóvea.

- Grupo C: 15 niños en remisión de síndrome nefrótico con función renal normal y sin edema.

En el grupo A se observó que los pacientes de estadio IV tenían vectores más largos que los de estadios II-III. Además, las elipses de 95% de tolerancia de ambos grupos no se solapaban, mostrando, en los niños de estadio IV, un patrón de deshidratación. No se encontraron diferencias significativas ni en la diuresis ni en la ingesta de líquidos entre ambos grupos. En la representación gráfica, los pacientes del grupo B se sitúan fuera de la elipse de 75% de tolerancia y por debajo del eje menor del gráfico RXc, mostrando sobrehidratación. Por último, los pacientes del grupo C se encontraban dentro de la elipse de 75% de tolerancia y por tanto con un estado de hidratación normal. No se encontró correlación entre los patrones de BIVA y la presión arterial en ninguno de los grupos analizados.

También en 2010, Espinosa et al. (9) realizaron un estudio en 76 pacientes con insuficiencia renal crónica a tratamiento sustitutivo con hemodiálisis, en el que la bioimpedancia vectorial fue utilizada para determinar el estado de nutrición y de hidratación de los pacientes. Los pacientes fueron sometidos a pruebas antropométricas y de laboratorio al menos en dos ocasiones, realizándose también una valoración global subjetiva y el índice nutricional de Bilbrey.

Según su estado nutricional, los pacientes fueron divididos en dos grupos: malnutrición normal-ligera y moderada-severa, realizándose una bioimpedancia vectorial antes y después de la hemodiálisis.

Los principales resultados observados fueron los siguientes:

- el grupo de peor nutrición mostró vectores de mayor sobrehidratación.
- se observaron diferencias significativas entre los vectores pre y postdiálisis. En la prediálisis, los pacientes mostraron vectores más cortos y con menor ángulo de fase o con un patrón vectorial de sobrehidratación.
- En la postdiálisis se observó una mejoría significativa de la hidratación, aunque un 28% de los pacientes permanecieron sobrehidratados.
- Los pacientes con valores de creatinina menores a la media ($Cr < 7,63$ en mujeres y $< 10,94$ en hombres), presentaron vectores con patrón de sobrehidratación y caquexia.

- En mujeres se encontró una correlación entre los valores de albúmina y los componentes del vector. Según el autor, el no encontrar correlación en hombres pudiera deberse al pequeño número de varones en la muestra.
- Los pacientes diabéticos obtuvieron vectores más cortos que los no diabéticos.

Ese mismo año, Oliveira et al. (10) evaluaron 58 pacientes en tratamiento con hemodiálisis desde 3 o más meses. Los autores encontraron una correlación negativa entre el ángulo de fase, la edad y escala de VGS modificada para enfermedad renal, y una correlación positiva con el porcentaje de peso corporal ideal (%SBW, en inglés), la circunferencia media del brazo (MAC, en inglés), la circunferencia media muscular del brazo (MAMC, en inglés), la masa corporal magra medida antropométricamente (FFM-A, en inglés) y la albúmina. Se encontró una correlación y una diferencia significativa entre la masa corporal magra medida con BIA (FFM-BIA) o de forma antropométrica (FFM-A). Mediante el análisis de Bland-Altman se observó que la FFM-BIA sobreestima el FFM en una media de 2,2 Kg. ($p < 0,0001$) (95% IC=1,23-3,17 Kg.) y el LBM (lean body mass) con una media de 1,9 kg ($p < 0,0001$).

Por último, Piccoli (11) estudió 200 pacientes en hemodiálisis peritoneal ambulatoria continua (CAPD) de por lo menos dos meses de antigüedad y un IMC mayor de 16 y menor de 31. Los pacientes se dividieron en dos grupos según presentasen o no edema con fóvea, siendo 51 en el primero y 149 en el segundo. Se observó que los pacientes con edema tenían unos vectores significativamente más cortos y con menor ángulo de fase que los pacientes sin edema. En el estudio se tomó la elipse de tolerancia al 75% del gráfico RXc como el umbral de edema aparente y se vio que, según la BIVA, un 12,8% de los pacientes que no presentaban edema con fóvea eran clasificados como sobrehidratados y que de los pacientes con edema, un 11,8% fueron falsos negativos. En pacientes sin edema, la frecuencia con que los vectores caían dentro de la elipse de tolerancia al 75% fue de 87,2% (especificidad, IC 95%= 79-97%). Por otro lado, en pacientes con edema, la frecuencia con que los vectores caían fuera de la mitad inferior de la elipse de tolerancia al 75% fue de 88,2% (sensibilidad, IC 95%= 82-93%).

Utilidad clínica

El análisis de la bioimpedancia convencional es un método que está cobrando fuerza como herramienta de apoyo en la evaluación del estado de hidratación y nutrición, si bien, en pacientes renales ha tenido problemas de aplicación práctica dado que puede dar lugar a estimaciones no fiables en pacientes con hidratación anómala.

La bioimpedancia vectorial realiza el análisis sin asumir una hidratación homogénea de los tejidos, además de no tener en cuenta el peso del paciente. En los distintos estudios encontrados se ha podido observar una correlación entre el estado de hidratación y nutrición y la longitud y el ángulo del vector de la BIVA. No se han podido encontrar estudios que muestren la concordancia de dicho vector con el estado real de hidratación y nutrición del paciente, posiblemente porque para calcular la hidratación y nutrición reales sería necesario utilizar algún método no inocuo como pueden ser el DEXA o la dilución con isótopos radiactivos.

Por estas razones, y dado el escaso número estudios realizados sobre este tipo de análisis, la bioimpedancia vectorial únicamente debe considerarse como un método de orientación a la hora de valorar la hidratación y nutrición del paciente renal, a la espera de nuevos estudios en los que se verifique su validez en la valoración del estado real de ambas.

Investigación clínica en marcha

Se realizó una búsqueda de los ensayos clínicos en marcha relacionados con la bioimpedancia, encontrándose un total de 5 de ensayos clínicos de los que ninguno abordaba el análisis mediante bioimpedancia vectorial.

Evaluación económica

No se han localizado estudios que realicen una evaluación económica del análisis de bioimpedancia vectorial.

Requerimientos de uso

Formación

No es necesaria una formación específica para la realización de la BIVA y la intervención puede ser realizada por el personal de enfermería. Sí requiere una formación específica la interpretación de los resultados, ya que la técnica ha cambiado la interpretación de la composición corporal en los estados de malnutrición, inflamación y sobrehidratación.

Equipamiento

- Dispositivo BIA101 (Akern Srl, Pontassieve , Italia)
- Software el BodyGramProV3.0
- Electrodo Biatrodes de monouso desechables

La realización de de la BIVA no requiere un equipamiento adicional, siendo suficiente la dotación convencional de los servicios de Nefrología.

Organización

La implantación de esta nueva tecnología no implicaría un cambio en la organización de los servicios de Nefrología.

Recursos humanos

Atendiendo a lo expuesto en apartados anteriores, este tipo de intervenciones podrían ser realizadas por el personal médico y de enfermería habitual en los servicios de Nefrología.

Proveedores

Nombre de la empresa, denominación comercial de la tecnología y proveedor:

- Akern Srl (Via Lisbonna 32/34, 50065 Pontassieve (FI), Italia)

- Modelo: BIA101
- Certificado como CE Medical Device Class II A - IMQ (CE0051). Conforme a normativas europeas nuevas: 93/42/CEE - EN60601-1-2, EN60601-1
- Empresas distribuidoras:
 - Premium Health Concepts, S.L. Urb. Marbella Mar local 15, 29602 Marbella—Málaga Tel./Fax. 952 77 88 24. E-mail: info@premiumsalud.com. Web: <http://www.premiumsalud.com>.
 - BIONET MEDICAL. c/ Gremio de los Caldereros 4. 40195 Segovia. España. Tfno 921413073. E-mail: info@bioempresas.net.

Coste de la tecnología

El coste del dispositivo, aportado por la empresa distribuidora, es el siguiente:

- Software BodyGramProV3.0 + equipo BIA101: 3.490€ (+IVA)
- Electrodo Biatrodes de monouso desechables (paquetes de 100 unidades): 19,90€.

Impacto

Impacto en la salud

La determinación del estado nutricional y de hidratación del paciente renal en tratamiento sustitutivo con diálisis se considera de gran importancia, siendo la estimación clínica el procedimiento más empleado. La bioimpedancia se ha convertido en una alternativa a la antropometría debido a ser una técnica barata, no invasiva y de relativo fácil uso, siendo de gran ayuda a la hora de interpretar las variaciones de la composición corporal asociadas a alteraciones metabólicas.

Impacto ético

Ninguno.

Impacto social

Ninguno.

Impacto legal

Ninguno.

Impacto económico

Bajo.

Difusión esperada

Baja.

Nivel de evidencia

Para evaluar el grado de evidencia se empleó un adaptación de una clasificación utilizada por la “*Swedish Council on Technology Assessment in Health Care*”. Según esta escala el nivel de evidencia es 3.

Tabla 1. Clasificación de la calidad de la evidencia elaborada por “*Swedish Council on Technology Assessment in Health Care*”

Nivel de evidencia		Naturaleza de la evidencia presentada
1	Buena documentación científica.	Existen al menos dos estudios independientes de alta calidad publicados*.
2	Moderada documentación científica.	Un estudio de alta calidad o al menos dos estudios de calidad media con resultados consistentes publicados.
3	Pobre documentación científica.	Al menos dos estudios de calidad media publicados.
4	Ninguna documentación científica	Estudios de baja calidad

* La calidad depende del tipo de estudio, del tamaño de la muestra y de la realización de un análisis. Algunos ejemplos son ensayos aleatorios controlados con resultados consistentes o revisiones sistemáticas de alta calidad.

Bibliografía

1. Rosell J, Piccoli A, Nescolarde LD. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. 2002; 22(3):228-38.
2. U.S. Renal Data System, USRDS 2010 Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. Bethesda (MD): National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; 2010. [citado 15 feb 2011]. Disponible en <http://www.usrds.org>
3. Informe preliminar de diálisis y trasplante 2009 de la Sociedad Española de Nefrología. Registro español y registros autonómicos de enfermos renales. XL Congreso de la S.E.N, Granada 2010 [Internet]. Barcelona: Sociedad Española de Nefrología; 2010. [citado 15 feb 2011]. Disponible en <http://www.senefro.org>
4. Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. The Italian Hemodialysis-Bioelectrical Impedance Analysis (HD-BIA) Study Group. *Kidney Int.* 1998;53(4):1036-43.
5. 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(3):1266-71.
6. Nescolarde L, Piccoli A, Roman A, Nunez A, Morales R, Tamayo J, et al. Bioelectrical impedance vector analysis in haemodialysis patients: Relation between oedema and mortality. *Physiological Measurement.* 2004;25 (5):1271-80.
7. 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(9):1649-53.
8. Bozzetto S, Piccoli A, Montini G. Bioelectrical impedance vector analysis to evaluate relative hydration status. *Pediatr Nephrol.* 2010;25(2):329-34.
9. Espinosa Cuevas MA, Navarrete Rodriguez G, Villeda Martinez ME, Atilano Carsi X, Miranda Alatríste P, Tostado Gutierrez T, et al. Body

fluid volume and nutritional status in hemodialysis: vector bioelectric impedance analysis. *Clin Nephrol.* 2010;73(4):300-8.

10. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2010;20(5):314-20.
11. Piccoli A. Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status. *Kidney Int.* 2004;65(3):1050-63.

Anexos

ANEXO 1. Metodología empleada en la elaboración de la ficha técnica.

Tipo de estudio	Revisión sistemática de la literatura médica.
Estrategia búsqueda bibliográfica	Fecha: febrero de 2011, sin límite temporal Bases de datos generales: Medline (Pubmed), Embase (Ovid), Web of Science (WoK), CRD databases, Cochrane library plus, Ime (CSIC), Base de datos del <i>National Health Service Centre for Reviews and Dissemination</i>, Tripdata-base Bases de datos de ensayos clínicos: ClinicalTrials.gov, International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP) y Current controlled trials. Principales términos empleados: Impedance, electric, vector, kidney disease, renal pathology (failure).
Selección de estudios	Se excluyeron: series de un solo caso, artículos de opinión, cartas, notas, etc.
Síntesis de la evidencia	Se realizó de forma descriptiva mediante la elaboración de tablas de evidencia en las que se resumieron las principales características y resultados de cada estudio.
Interpretación y valoración calidad de la evidencia	La interpretación de los resultados se llevó a cabo discutiendo la fuerza de la evidencia, la aplicabilidad de los resultados, teniendo también en cuenta otra información, como la práctica habitual en el contexto. Para valorar la calidad se empleó la escala de calidad de evidencia de la "Swedish Council on Technology Assessment in Health Care".

ANEXO 2. Lista de abreviaturas

A: Sección Transversal

BIA: Análisis de bioimpedancia

BIVA: Análisis de bioimpedancia eléctrica vectorial

CAPD: *Continuous ambulatory peritoneal dialysis* (diálisis peritoneal ambulatoria continua)

Cr: Creatinina

DEXA: *Dual emission X-ray absorptiometry* (absorciometría de rayos X de energía dual)

ECW: *Extracellular water* (agua extracelular)

FFM: *Fat-free mass* (masa libre de grasa)

FFM-A: masa libre de grasa medida antropométricamente

FFM-BIA: masa libre de grasa medida a través de la BIA

FM: *Fat mass* (masa grasa)

IC: Intervalo de confianza

ICW: *Intracellular water* (agua intracelular)

IMC: Índice de masa corporal

kHz: kilohertzios

LBM: lean body mass (masa libre de grasa, sin incluir la grasa esencial).

L: Longitud

MAC: *Mid-arm Circumference* (circunferencia media del brazo)

MAMC: *Mid-arm muscle circumference*

Ohm: ohmnios

Pmp: por millón de habitantes

R: Resistencia

RR: Riesgo relativo

SBW: *Standard Body Weight* (peso corporal ideal)

TBW: *Total body water* (agua corporal total)

Xc: Reactancia

Z: Impedancia

