



## Revisión

## Déficit nutricional relacionado con la enfermedad renal

Pilar Peña Amaro<sup>a,\*</sup>, Pedro Pancorbo Hidalgo<sup>a</sup>, Victoria Gálvez Gómez<sup>b</sup> y Juana María Granero Moya<sup>c</sup><sup>a</sup>Universidad de Jaén, Jaén, España<sup>b</sup>Hospital Médico Quirúrgico Ciudad de Jaén, Jaén, España<sup>c</sup>Hospital San Juan de la Cruz, Úbeda, Jaén, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 12 de febrero de 2010

Aceptado el 28 de octubre de 2010

## Palabras clave:

Desnutrición

Insuficiencia renal

Diálisis

Valoración nutricional

Bioimpedancia

## Keywords:

Undernourishment

Kidney failure

Dialysis

Nutritional assessment

Bioimpedance

## RESUMEN

La valoración nutricional es muy importante en los pacientes renales (estén o no en programa de diálisis) porque la desnutrición determina no sólo su morbimortalidad, sino que además tiene una gran repercusión en la calidad de vida de estas personas.

Aportamos nuestra experiencia en esta valoración, con la novedad de incluir de forma sistemática la bioimpedancia como un instrumento más (útil y barato) para poder aproximarnos al conocimiento de estos pacientes tan inestables hemodinámicamente.

© 2010 Asociación Española de Dietistas - Nutricionistas. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Nutritional deficit related to kidney disease

## ABSTRACT

Nutritional assessment is very important in kidney patients (whether they are on a dialysis programme or not), because undernourishment not only determines their morbimortality, but it also has a great effect on these people's quality of life.

We lend our experience to this assessment with the novelty of systematically including Bioimpedance as another (useful and cheap) instrument for being able to get close to the knowledge of these patients who are so haemodynamically unstable.

© 2010 Asociación Española de Dietistas - Nutricionistas. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

En la insuficiencia renal crónica (IRCT) hay trastornos metabólicos muy importantes y en las personas que están en tratamiento sustitutivo por diálisis (en cualquiera de sus modalidades) y, debido a la enfermedad y la técnica, la presencia de desnutrición es muy importante<sup>1</sup>, por lo que valorarla y cuantificarla es un paso decisivo para poder prevenirla o tratarla<sup>2,3</sup>.

La desnutrición en pacientes con insuficiencia renal (IR), fundamentalmente cuando ya han iniciado diálisis, tiene una alta prevalencia y una importante repercusión en la morbimortalidad total. La desnutrición proteica es la que predomina en varones y la calórica, en mujeres<sup>1,3,4</sup>.

Son muchos los factores determinantes de la desnutrición en los pacientes en diálisis, algunos presentes ya en la fase de enfermedad renal crónica (ERC) como la anorexia, los trastornos digestivos, la comorbilidad asociada, alteraciones hormonales, acidosis metabólica, el entorno urémico, las dietas no controladas, etc. Una vez iniciada la diálisis, se produce una mejoría global del paciente, incluidos los aspectos nutricionales, fruto de la corrección parcial de factores relacionados con el entorno urémico. Sin embargo, en algunos pacientes, esta mejoría es transitoria o no llega a producirse al añadirse otros factores relacionados con la técnica de diálisis, como una inadecuada dosis de diálisis que limita la depuración general de las toxinas urémicas, el grado de bioincompatibilidad del sistema (filtro, líneas, agua de diálisis, líquido de diálisis, catéteres, prótesis de Goretex, etc.), que desencadena una respuesta inflamatoria sistémica en mayor o menor grado y la presentación de múltiples interurrencias (infecciones, comorbilidad), que amplían esta reacción sistémica.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ppena@ujaen.es (P. Peña Amaro).

Por lo tanto, podemos decir que existen dos tipos de desnutrición dependiendo del grado de inflamación subyacente asociada, y es fundamental poder diferenciarlas para un manejo efectivo del problema<sup>5</sup>.

**Desnutrición tipo I.** Entre sus características apreciamos:

- Cursa con concentraciones de albúmina ligeramente disminuidas.
- La ingesta proteico-calórica es baja.
- Apenas hay comorbilidad.
- No hay datos de inflamación.
- La tasa de catabolismo proteico (PCR) es normal.
- El gasto energético en reposo es normal.

En este tipo de desnutrición, una intervención nutricional es eficaz y puede revertir la situación.

**Desnutrición tipo II.** Se caracteriza por:

- Cursa también con concentraciones de albúmina bajas.
- Hay datos de inflamación asociada.
- La tasa de catabolismo proteico (PCR) está elevada.
- El gasto energético en reposo está aumentado.

Si la causa es sólo la inflamación subyacente, se denomina tipo II-b; si además se acompaña de disminución de ingesta proteico-calórica, se denomina tipo II-a. En ambos casos la intervención nutricional no consigue una mejoría sustancial de la situación en tanto no se trate además el proceso inflamatorio que la acompaña.

La desnutrición implica un aumento de la morbimortalidad de los pacientes que se hace manifiesta en un aumento de los ingresos hospitalarios, con aumento de la estancia media, el número de infecciones y la mortalidad, fundamentalmente de causas cardiovasculares, de hasta 8 veces respecto a la población normal. Esta mayor mortalidad cardiovascular tiene su origen en la alta prevalencia de factores de riesgo cardiovascular que inciden en estos pacientes (diabetes mellitus, hipertensión arterial, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, HVI, etc.), a los que se suma el efecto nocivo de la reacción inflamatoria subyacente en el endotelio, que conlleva una aterosclerosis acelerada y se ha denominado síndrome MIA (*malnutrition, inflammation, atheromatosis*).

Por todo esto, la valoración del estado nutricional de los pacientes en diálisis y en fase de ERC, debe ser incluida en la práctica habitual de seguimiento de estos pacientes y debe despertar tanto interés y atención como el resto de los parámetros (hiperparatiroidismo, anemia, etc.).

Vamos a intentar establecer una metodología de valoración, seguimiento e intervención del estado nutricional en los pacientes en diálisis.

#### Valoración

El abordaje integral de la nutrición de los pacientes en diálisis comprende cuatro grandes áreas<sup>6-9</sup>:

**Valoración nutricional:** 1. Historia clínica; 2. Exploración física; 3. Parámetros bioquímicos, y 4. Análisis de la composición corporal.

Los signos físicos de desnutrición hacen que podamos clasificar en cuatro categorías los estados de nutrición, así hablamos de nutrición normal, desnutrición leve, desnutrición moderada y desnutrición grave.

Los signos físicos que examinamos y valoramos son:

- Pérdida de grasa subcutánea.
- Pérdida de masa muscular.
- Edemas.
- Ascitis (sólo en pacientes en hemodiálisis).

Para poder evaluar cada parámetro, se examinan diversas partes corporales.

**Grasa subcutánea.** Muchos pacientes con desnutrición pierden la grasa subcutánea. Los varones tienden a perder el tejido adiposo antes de perder el tejido muscular, puesto que se trata de pacientes con una ingesta baja en calorías. Por ello, el primer signo físico que debe examinarse es la pérdida de grasa subcutánea. Hay zonas en que la pérdida es evidente.

**Masa muscular.** De la misma manera que existen zonas en que puede examinarse la pérdida de grasa subcutánea, existen otros muchos puntos en los que puede determinarse la pérdida de masa muscular. En general, los grupos musculares de la parte superior del cuerpo son más susceptibles de pérdida de masa, pero debemos examinar todas las zonas.

#### Análisis de la composición corporal

La composición corporal se puede estudiar en cinco niveles<sup>10</sup>: atómico, molecular, celular, tisular y corporal total.

El cuerpo en su totalidad<sup>11</sup> es la suma de todos los componentes a cada nivel, por eso cuando estudiamos compartimentos corporales importa saber en qué nivel estamos situados para no sumar elementos que correspondan a diferentes niveles.

En nutrición, un modelo compartimental clínicamente apto<sup>12</sup> y eficiente es el bicompartimental, que está formado por la sumatoria de la masa magra y la masa grasa.

Definimos que la masa magra está compuesta fundamentalmente por masa muscular, hueso, vísceras y otros tejidos no grasos. Esta masa magra tiene variaciones con la edad y el sexo. Cuando alguna enfermedad nutricional afecta a la masa magra en general, la disminuye, lo que afecta fundamentalmente a las reservas proteicas. Es clásica su disminución en la desnutrición y en todas las enfermedades que puedan afectar a las reservas proteicas.

Por otro lado, la masa grasa no es sinónimo absoluto de tejido adiposo, pero está contenida en él casi en su totalidad. Ya veremos que no sólo es importante la cantidad que haya, sino que también es importante la forma en que se encuentra distribuida.

La fórmula clásica para los cálculos compartimentales a este nivel es: masa magra + masa muscular = peso total.

Por lo tanto, podemos afirmar que adelgazar y bajar de peso no son sinónimos. Se puede bajar de peso y no estar adelgazando, y viceversa. Adelgazar es disminuir el tamaño del compartimento graso. Y eso puede hacerse sin reducción del peso si simultáneamente se está aumentando otro compartimento corporal en la misma magnitud (p. ej., en una retención hídrica). De ahí la importancia de medir la composición corporal para distinguir convenientemente estas situaciones en la práctica. Por eso el control de los compartimentos corporales es muy importante. Por lo tanto, medirlos es un objetivo prioritario.

A raíz de este problema se hace necesario utilizar técnicas que nos permitan medir y evaluar la composición corporal teniendo en cuenta los componentes estructurales del cuerpo: tejido muscular, óseo y graso. Existen varios métodos para la estimación de la composición corporal total con grados variables de complejidad, accesibilidad y costo. Unos determinan los compartimentos corporales de forma directa y otros se infieren a partir de unos datos iniciales. La amplia variedad de métodos para determinar la composición corporal se puede dividir en tres, según Martín y Drinkwater (1991):

1. Métodos directos<sup>13</sup>: se basan en el procedimiento de disección de cadáveres.
2. Métodos indirectos: llamados *in vivo*, sirven para calcular cualquier parámetro, como la cantidad de grasa. Entre ellos podemos mencionar: hidrodensitometría, determinación del agua corporal

total, determinación del potasio corporal total, absorciometría fotónica dual o por rayos X<sup>14</sup>, modelos cineantropométricos (fraccionamiento antropométrico en cuatro masas corporales de Drinkwater y Ross<sup>15</sup>, modelo geométrico de Drinkwater<sup>16</sup>; fraccionamiento en cinco masas corporales).

3. Métodos doblemente indirectos<sup>17</sup>: antropometría<sup>18,19</sup> y bioimpedancia eléctrica<sup>20</sup>.

El análisis de la composición corporal permite conocer las proporciones de los diferentes constituyentes del cuerpo humano. Su estudio es importante para comprender el efecto que tienen la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros factores del entorno en el organismo. Es el eje central de la valoración del estado nutricional, de la monitorización de pacientes con desnutrición aguda o crónica y el diagnóstico y la tipificación del riesgo asociado a la obesidad.

El método para determinar la composición corporal ha de ser de preferencia no invasivo para el sujeto, de bajo coste, transportable, preciso, válido y estandarizado. Estas características permitirán generar bases de datos mundiales en un mismo lenguaje metodológico, hecho de gran utilidad para la propagación de información fiable.

Hay actualmente dos abordajes para la estimación de la composición corporal. El primero, es el bioquímico que divide o parte el cuerpo en lípidos, proteínas, minerales y agua (hidrodensitometría, agua corporal total, potasio corporal total y absorciometría fotónica por rayos X).

Además existen otros métodos para la estimación bioquímica como la bioimpedancia eléctrica (BIA)<sup>21</sup>, la interacción infrarroja, la antropometría y la pletismografía, etc. A través de diferentes métodos, todas estas técnicas estiman dos componentes del organismo humano: la grasa corporal y la masa libre de grasa. Nosotros hemos elegido la bioimpedancia como técnica para hacerlo en nuestra población.

### Bioimpedancia eléctrica<sup>22</sup>

Método de análisis rápido y no invasivo de la composición corporal, basado en su versión más estándar, en la emisión de una corriente eléctrica alterna de múltiples frecuencias (> 100 kHz) o una sola frecuencia, de baja intensidad (50 kHz), que aplica una corriente eléctrica directamente proporcional a la impedancia (oposición al paso de esa corriente) eléctrica del material, en este caso el cuerpo humano. Existen fundamentalmente dos versiones:

- BIA convencional o multifrecuencia, en la que la aplicación de las ecuaciones, que incluyen estatura, peso, edad y sexo, transforma la medida obtenida en volúmenes (intracelular y extracelular), masa libre de grasa, masa grasa, masa celular, metabolismo basal y otras variables de composición corporal.
- BIA vectorial o monofrecuencia (BIVA); el resultado de la medida es un vector que se representa en una gráfica de distribución de la población sana de referencia, específica por sexo, y cuya orientación varía en relación con las variaciones de hidratación y tejidos blandos. No precisa del dato del peso para los cálculos.

El BIA es un método de análisis de la composición corporal, con resultados contrastados para la población sana adulta y normohidratada. La aplicación de este método en pacientes en diálisis ha dado lugar a resultados muy dispares, probablemente por la variación cíclica del estado de hidratación de estos pacientes. Actualmente es un instrumento muy útil para la valoración del estado de hidratación y cálculo del peso seco; no obstante, el BIVA aún precisa de una futura validación clínica que confirme su utilidad en análisis de la composición corporal y estado nutricional de los pacientes en diálisis.

El estudio de la composición de la masa corporal o análisis de la BIA es un método sencillo, práctico, rápido y seguro de estimación indirecta de la composición del organismo y del cálculo del gasto

metabólico basal. Es una técnica para hacer una evaluación nutricional que consiste en medir la resistencia que opone el cuerpo al paso de una corriente eléctrica muy baja. Determina el porcentaje de grasa, tejidos no grasos y agua que lo componen. Como la grasa no es buena conductora de la electricidad, a mayor resistencia, mayor porcentaje de masa grasa.

Basado en cuatro electrodos, la corriente fluye a través de los materiales constructores que posee el organismo, fundamentalmente iones cargados, tales como Na y K que son capaces de moverse en el organismo, sobre todo a través de la sangre y la orina, fluidos de alta conductividad. La conductividad del músculo es intermedia<sup>23</sup> y la de componentes como el hueso, la grasa o el aire es baja. Pequeños porcentajes de cambio en el volumen o la conductividad de los compartimentos fluidos causan cambios significativos en la impedancia resultante. A la inversa, cambios más importantes en el volumen o la conductividad de regiones con alta resistencia, tales como hueso o grasa, no afectan demasiado a la medición de la bioimpedancia.

Por lo tanto, la BIA mide la oposición de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica (impedancia corporal), una propiedad que depende fundamentalmente de su contenido hidroelectrolítico. La masa libre de grasa que contiene la mayoría de los fluidos y electrolitos corporales es un buen conductor eléctrico (baja impedancia), mientras que la grasa actúa como un aislante (alta impedancia). La medida de la impedancia corporal proporciona una estimación directa del agua corporal total y permite estimar también la masa muscular y la masa grasa. La corriente eléctrica suele ser de 800 A: la primera generación de aparatos introducía 50 kHz (monofrecuencia) y después apareció la BIA (1-50 kHz). A bajas frecuencias (1%), la corriente atraviesa mal las membranas celulares, por lo que esta técnica valora mal el agua intracelular. En cambio, las frecuencias altas la atraviesan y pueden dar una mejor representación del agua corporal total, en sus componentes intracelular y extracelular.

El análisis de la impedancia corporal es un método preciso para determinar el volumen de los fluidos corporales y la masa libre de grasa en pacientes estables y en sujetos sanos siempre y cuando las ecuaciones de predicción utilizadas se adecuen a la población estudiada. Es importante que cada población tenga sus propios valores de referencia con formulas validadas.

Un inconveniente de la técnica es que es muy sensible a los cambios bruscos en el contenido hídrico del organismo (retención hídrica o deshidratación), lo que puede inducir a errores importantes en la estimación de los compartimentos corporales, y que tiene muchos factores que influyen en la medición (como ahora veremos). Entre sus ventajas: bajo precio, fácil transporte, inocuidad, sencillez de manejo y baja variabilidad del observador. El fácil uso de esta técnica y las pocas molestias que ocasiona al paciente son sus mayores ventajas.

La BIA se basa en el principio de que los tejidos biológicos se comportan como conductores en mayor o menor medida de la corriente eléctrica y/o dieléctricos (aislantes) dependiendo de su composición. Las soluciones electrolíticas intracelulares y extracelulares de todos los tejidos blandos (en particular, los tejidos no grasos) son conductores óptimos, mientras que el hueso no es atravesado tan fácilmente por las corrientes eléctricas y se comporta como un mal conductor (aislante).

En el tejido adiposo la corriente puede atravesar las soluciones electrolíticas del intersticio y los adipocitos, a excepción de las gotas lipídicas hidrófugas, que no conducen corriente. Por lo tanto, la BIA sólo puede analizar el compartimento de los tejidos blandos atribuibles a la masa delgada sin hueso y a la masa grasa.

Es corriente encontrar en la bibliografía que términos como masa libre de grasa, masa delgada, tejidos blandos y tejidos blandos delgados se usan indistintamente<sup>24,25</sup>.

La impedancia medida en la superficie del cuerpo puede ser originada por el paso de corriente alterna a diferentes frecuencias (ya sean estas únicas o múltiples) y colocando los electrodos en diferentes regiones cutáneas (posición distal, proximal o segmental). La técnica estándar utiliza una sola frecuencia (monofrecuencia), cuatro

electrodos (tetrapolar) y una posición distal (dos electrodos en la mano y dos en el pie homolateral).

Se conoce el error de medida en la técnica estándar, monofrecuencia, con el mismo analizador sobre el mismo sujeto en tiempos diferentes y se estima en un 2%, y otro 2% en la variabilidad de la posición de los electrodos entre operadores<sup>26</sup>.

En general no se conoce la variabilidad que hay entre diferentes analizadores porque no hay una reglamentación entre los fabricantes<sup>27</sup>.

Hay diferentes modelos y formas de medir la impedancia. La BIA con electrodos (que se colocan distal, proximales o segmentales según sea cuerpo entero, en fosa antecubital/fosa poplítea o en los extremos del miembro superior/inferior), y otros sistemas que llevan los electrodos incorporados (del tipo de una báscula de baño) en las que el paciente sólo tiene que "pesarse", a otros sistemas que los electrodos se cogen con la mano. Evidentemente no todos son igual de fiables. Incluso hay que contar con las variaciones que se producen por los cambios posturales<sup>28</sup>.

En los estudios con electrodos que se han hecho en la BIA distal (con electrodos en la mano y el pie), la referencia estándar es el emisoma derecho, aunque en hemodiálisis es el emisoma libre de acceso vascular.

### BIA en la hemodiálisis<sup>29-35</sup>

Las bases racionales de la BIA indican que la impedancia de los tejidos es generada por las soluciones electrolíticas intracelulares y extracelulares y de las estructuras de células y tejidos que las contienen, y que el reparto de los fluidos intracelulares y extracelulares no puede medirse directamente por la impedancia a causa de la anisotropía de los tejidos. Entonces el potencial específico y peculiar de la BIA tiene que estar en la valoración integral y combinada de los tejidos y de las estructuras de sus tejidos.

La exactitud elevada en la estimación de los compartimentos fluidos intracelulares y extracelulares y de la masa libre de grasa a partir de la medida de la impedancia, y a pesar de las bases racionales, son sustentadas y explicadas por la elevada y estable correlación entre los compartimentos de los tejidos blandos en el adulto con hidratación normal, se ha podido demostrar que la exactitud en las estimaciones de los compartimentos empeora más con la expansión que con la contracción de los fluidos.

Hay estudios para estimar todos los parámetros basados en ecuaciones de regresión recomendadas en la literatura que hay al respecto, pero ya hay analizadores que vienen programados con ellas y solo nos aportan el valor "global".

El uso de la bioimpedancia en pacientes en hemodiálisis es un tema tremendamente interesante, pero también tremendamente complicado. Como hemos visto, el método es fiable para pacientes estables, nada más lejos del paciente renal en hemodiálisis.

No obstante, hay ya bastantes estudios encargados de ampliar nuestros conocimientos en este campo. Estudios como los de Maddies<sup>36</sup> comenzaron por comprobar la impedancia que se registra antes y después de hemodiálisis y las variaciones que existían entre ambas impedancias.

Podíamos reseñar los temas en los que más aplicación hasta ahora ha tenido esta técnica en esta enfermedad y este tratamiento:

- Hidratación, deshidratación, estimación de líquidos corporales y agua corporal total.
- Modelo cinético de la urea y su distribución en el organismo.
- Cambios en los fluidos corporales.
- Presión sanguínea.
- Determinación del peso seco.
- Cambios iónicos y exploraciones complementarias.
- Nutrición del paciente renal.
- Factores de riesgo en esta población.

La hidratación, la deshidratación, la estimación de líquidos corporales y agua corporal total son el auténtico caballo de batalla de esta población. En el paciente urémico en tratamiento sustitutivo tanto en hemodiálisis como en DP, la variación continua de la hidratación de los tejidos puede ser considerada como una propiedad característica. Es prácticamente imposible localizar a lo largo del día de estas personas una sola hora de estado estacionario en su hidratación, ya que en las dos técnicas de depuración (sobre todo en hemodiálisis) se alternan estados de hiperhidratación y deshidratación<sup>32,35,37,38</sup>.

Hay bastantes estudios en pacientes en DP o DPCA, pero no vamos a hacer referencia a ellos ni a la técnica porque escapan en este momento del objetivo de nuestro estudio<sup>39,40</sup>.

En la literatura se van alternando artículos a favor y en contra de la utilidad de la BIA en hemodiálisis sobre cada uno de los campos de investigación. Incluso se ha propuesto una ecuación con diez variables (incluida la diabetes mellitus) para estimar mejor el agua corporal (kg) en el urémico en hemodiálisis, pero no logra reducir el error de estimación por debajo de 4 kg<sup>35,41</sup>. Desgraciadamente, cuando la hidratación de los tejidos es variable, la BIA, tanto en frecuencia individual como múltiple, produce mediciones inexactas de los compartimentos<sup>42,43</sup>.

Hemos visto también su utilidad en cuanto a la determinación de la sobrecarga hídrica corporal de estos pacientes y que es un método seguro, no invasivo, rápido, reproducible y portátil que utiliza ecuaciones simples para la estimación precisa del agua corporal total.

Debido a la forma de la curva presión-volumen de los espacios de líquido intersticial, el edema por lo general no es detectable hasta que el volumen de líquido intersticial ha aumentado un 30% (4-5 l) por encima de lo normal. Sin embargo, a 50 kHz el principal componente del vector Z de la impedancia, llamado resistencia, está altamente correlacionado con el agua corporal total, por lo que permitiría detectarlo antes de apreciarlo.

La literatura no proporciona ningún valor límite para las mediciones de la BIA en la identificación de cabecera de la sobrecarga hídrica.

También otros autores<sup>33,34,36</sup> abogan por este método como medida del agua corporal de forma no invasiva, rápida y reproducible.

Igualmente es un método para valorar el agua corporal y su composición por la importancia que tienen los cambios tan significativos que estos pacientes sufren en la homeostasis de los líquidos<sup>44</sup>. Los pacientes en hemodiálisis mantienen su exceso de líquidos principalmente en compartimento extracelular y el agua quitada durante la hemodiálisis también está mayormente en el volumen extracelular (ECU)<sup>45,46</sup>.

Con respecto al tema de la estimación de líquidos por medio de la BIA en pacientes en hemodiálisis, hay estudios en los que se analizan los cambios totales en el agua corporal y el modelo cinético de la urea y concluyen que es una técnica que, por simple y no invasiva, es útil para registrar los cambios individuales hemodinámicos que se producen durante el procedimiento dialítico<sup>47</sup>.

También otra utilidad de las medidas de la BIA es que puede servir como una ayuda para determinar la distribución del volumen de urea, que tan necesario resulta para determinar el K<sub>tv</sub> y así determinar las necesidades dialíticas del paciente<sup>48</sup>.

En cuanto a los cambios de fluidos: también relacionan los parámetros de BIA con el volumen y la ultrafiltración y los cambios de fluidos que resultan como consecuencia de la técnica. Uno de los temas más analizados es la presión sanguínea y su control. Y en la justificación de una diálisis más o menos corta en tiempo según los cambios que se van produciendo en la hidratación de los pacientes.

Así, Zalluska et al<sup>49</sup> lo que valoran es la hipotensión y sobre todo la forma de predecirla o evitarla a raíz del uso de esta técnica. También Leunissen<sup>50</sup>, Santoro<sup>51</sup> e Ishibe<sup>52</sup>, aunque ven las limitaciones del método, consideran que puede ser útil para prevenir las hipotensiones intradialíticas y pueden identificarse mejor las necesidades de ultrafiltración.

Fagulier al<sup>53</sup> lo que estudian por BIA es la determinación del agua extracelular y así la correlacionan con la hipertensión y la hipertrofia ventricular.

Vemos que los marcadores bioquímicos de sobrecarga de volumen tienen una pobre correlación con el estado del volumen debido a la gran variabilidad de estos pacientes. Las medidas de la BIA tanto en los compartimentos intracelulares como en los extracelulares tienen defectos significativos, pero conocer los parámetros puede ayudar a mejorar los síntomas intradialíticos y el control de la presión arterial; esos cambios en el volumen sanguíneo monitorizados previenen las hipotensiones intradialíticas y ayudan a identificar las necesidades de ultrafiltración (UF).

Apoyan esto como que esta estabilidad hemodinámica en hemodiálisis dependerá del volumen plasmático y la UF y la importancia de poder calcularlos.

Otra de las aplicaciones que se estudian con el uso de esta técnica es un objetivo terapéutico que se define en nefrología como el "peso seco". En hemodiálisis el peso alcanzado por el paciente al final de una sesión, que haya removido el máximo de fluidos sin inducir hipotensión, se define como el peso seco.

Otros estudios nos orientan a la determinación del peso seco y de los cambios que se producen en el volumen extracelular en los pacientes en hemodiálisis, ya que es un reto que se nos presenta a diario en la práctica nefrológica<sup>59,60</sup>. También describen el agua corporal en compartimentos y su acumulación en el espacio extracelular para determinar el peso seco de los pacientes en hemodiálisis, y otros autores<sup>61</sup> lo consideran una posible referencia para averiguar el peso seco de estos pacientes. También apoyan que la ECU analizada por BIA puede usarse como referencia para determinar el peso seco en pacientes en hemodiálisis<sup>47</sup>.

Los resultados de este estudio apuntan que el volumen extracelular es significativamente distinto, pero no así el volumen intracelular. Demuestran que el agua perdida durante la hemodiálisis es extracelular, comprueban que los cambios que se producen (antes y después de la hemodiálisis) en el agua extracelular y los que se producen en el agua corporal (KG) tienen un significativo incremento al igual que en los parámetros correspondientes a albúmina en sangre, KT/v y un descenso de la PCR. Han evaluado en un periodo de 6 meses y han medido los parámetros de bioimpedancia y los que definen la nutrición, diálisis adecuada, líquidos y parámetros bioquímicos<sup>48</sup>. También compara la medida corporal y las medidas que nos aporta la BIA sobre el agua extracelular.

También lógicamente hay estudios sobre los cambios iónicos como consecuencia de la diálisis y de los cambios de volumen<sup>49,50</sup>. Otros autores han dado más importancia al estudio por este método de los cambios en el peso corporal (agua compartimental) durante y después de la sesión de hemodiálisis relacionándolos con los cambios de presión sanguínea y alteraciones electrocardiográficas que se pudiesen producir<sup>51</sup>.

Y otros<sup>52</sup> estudian la isquemia miocárdica y los cambios de volumen en el agua extracelular e intracelular y las alteraciones en la amplitud del complejo QRS por esta técnica por su simplicidad y fácil implementación.

Algunos más innovadores<sup>53</sup> relacionan la maniobra de Valsalva con la bajada de la presión cardíaca y la técnica BIA como útil para detectar a posibles pacientes con riesgo de insuficiencia cardíaca como consecuencia de los cambios de volumen tan significativos que llegan a producirse.

Uno de los problemas técnicos en el uso de esta técnica en una situación tan peculiar como es la hemodiálisis es la elección de los tiempos de medida de la bioimpedancia. Felizmente después de una sesión de hemodiálisis no hay ningún rebote eléctrico (del tipo de la urea) y, por lo tanto, las medidas pueden ser tomadas inmediatamente al inicio y al final de la sesión. Trabajos realizados demuestran que pasados 90-180 min después de una sesión de hemodiálisis, sólo se han observado reducciones irrelevantes de soluciones electrolíti-

cas intracelulares y extracelulares e incrementos igualmente irrelevantes de impedancia<sup>54</sup>.

La nutrición es un tema clave en esta patología, estos pacientes y este tratamiento. A veces la aparición de intolerancia dialítica se debe a una excesiva deshidratación, y hay que diferenciar este hecho de conseguir en algunos pacientes el mismo peso con un aumento de masa delgada y grasa (y cuya causa estaría no en un exceso de líquidos, sino en una mejor nutrición en las semanas anteriores).

En los pacientes inestables las concentraciones menores de albúmina y hemoglobina con respecto de los pacientes estables has mostrado el papel de la nutrición en la patogenia de la inestabilidad hemodinámica en hemodiálisis<sup>55-57</sup>.

Coinciden con otros autores (citados previamente) en la conclusión de que hay una buena correlación con los marcadores sobre todo nutricionales, como creatinemia, albuminemia y prealbuminemia, de los parámetros de agua corporal (kg) y masa muscular (kg).

Se busca la asociación entre el largo tiempo en hemodiálisis y el estado nutricional de los pacientes en hemodiálisis. Correlacionan los cambios existentes en la BIA con los cambios en hemodiálisis<sup>36</sup>.

Todos estos estudios nos llevan a comprobar que las intervenciones sobre la hidratación y la nutrición son las que nos pueden demostrar una cierta consistencia clínica en este tipo de pacientes y no es poco si consideramos que, por ejemplo, la desnutrición en hemodiálisis está asociada a la mayor morbilidad y mortalidad de estos pacientes.

No se recomienda el uso de la BIA sistemáticamente en hemodiálisis porque puede producir estimaciones absurdas de los compartimentos en los pacientes con hidratación anómala, y ello es inevitable en estos pacientes, por lo que creemos que debe ser un método más y no el único para proceder a su valoración<sup>57</sup>.

### Nuevas perspectivas de la BIA en hemodiálisis

A partir de los estudios publicados sobre el uso de la BIA convencional en hemodiálisis, se pueden identificar múltiples áreas de investigación, aunque nosotros vamos a citar estas cuatro porque nos parecen muy significativas:

- Identificación del peso seco (agua corporal).
- Determinación de los traslados transcompartimentales durante la UF (compartimentos intracelular y extracelular).
- Consideración del volumen de distribución de la urea (del agua corporal).
- Valoración nutricional (estimación de masa muscular y FM).

Incluso otros estudios han comprobado que la labilidad de los cambios que se producen en las mediciones de la bioimpedancia pueden estar influidos no sólo por la posición de los electrodos, sino también por la posición que adopta el paciente, ya que se produce un desplazamiento de líquidos, aunque estos inconvenientes se han minimizado con el uso de los nuevos analizadores de masa corporal.

### Conclusiones de la valoración nutricional

- La valoración del estado nutricional de los pacientes con IRC, hayan iniciado o no diálisis, debe ser incluida en la práctica habitual de control y seguimiento de estos pacientes con igual atención que los demás aspectos (evidencia C).
- La valoración nutricional debe sustentarse en el análisis de una combinación de variables que evalúan aspectos distintos y complementarios del estado nutricional. No hay ningún parámetro que individualmente sea capaz de establecer el estado nutricional total y varios son los que están independientemente relacionados con la morbimortalidad (albúmina, creatinina, IMC, VGS) (evidencia C).
- Es recomendable disponer de un dietista-nutricionista que realice la historia clínica nutricional, para valorar íntegramente el estado

nutricional del paciente, detecte hábitos nutricionales de riesgo y realice el seguimiento y el control evolutivo (evidencia C).

- La exploración física debe realizarse siempre tras la diálisis y con el paciente en su peso seco. La antropometría debe incluir el porcentaje del peso corporal habitual y del peso estándar, el índice de masa corporal, pliegues cutáneos y circunferencia del brazo. Las tablas de referencia serán las de la población española (evidencia A).
- El panel de datos analíticos se realizará siempre antes de la diálisis del día a mitad de semana, tanto en la hemodiálisis convencional como en la hemodiálisis diaria; en diálisis peritoneal se realizará indistintamente cualquier día, salvo cambios de pauta en fin de semana (evidencia C).
- El método ideal de análisis de la composición corporal es la DEXA, pero su coste y su disponibilidad limitan su uso a estudios de investigación. La antropometría es una alternativa rápida, precisa y reproducible con una alta correlación con los datos obtenidos por DEXA. La BIA es un método fundamentalmente válido para valorar el estado de hidratación; la BIVA está pendiente de validación clínica que confirme su utilidad en el análisis de la composición corporal y la nutrición de los pacientes en diálisis (evidencia A y B).

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Pérez García E. Evaluación del estado nutricional de los enfermos insuficientes renales crónicos terminales sometidos a HD de la comunidad autónoma de Murcia [tesis doctoral]. Murcia: 1998.
2. Acchiardo SR, Moore LW, Latour PA. Malnutrition as the main factor in morbidity and mortality of HD patients. *Kidney Int.* 1983;24 Suppl 16:S199-203.
3. Reischl D, Williams E. Metabolismo proteico y nutrición. IRCT. Diálisis y trasplante renal. 2.ª ed. Barcelona: Norma; 1997. p. 675-80.
4. Heymsfield SB, Matthews D. Body composition: research and clinical advances. 1993. ASPEN. Research Workshop. *JPEN.* 1994;18:91-103.
5. Bergstrom J, Lindholm B. Nutrition and adequacy of dialysis. How do HD and DPCA compare? *Kidney Int.* 1993;43 Suppl 40:39-50.
6. Jerin L, Ladavac R, Gripicic D, Kuzmanovic G, Dodic D. Subjective general assessment of nutritional status in patients with CRF (Chronic renal failure) and regular HD. *Acta Med Croatica.* 2003;57:23-8.
7. Peng I, Gno YF, Zhongguo YL, Lu YJ, Yu J, Qi Xie ZZ. The development of an instrument for testing body water equilibrium in HD patients.
8. Martín Peña G, Canalejo E. Composición corporal. Valoración del estado nutricional. En: Ceñaya S, editor. Tratado de la nutrición artificial. Madrid: Aula Médica; 1998. p. 47-69.
9. Rodríguez G, Sarría A, Flea J, Moreno LA. Exploración del estado nutricional y la composición corporal. *An Esp Pediatr.* 1998;48:111-5.
10. Guyton AC. Tratado de fisiología médica. 8.ª ed. Madrid: Interamericana-McGraw Hill; 1992.
11. Ellis KJ. Body composition in vivo methods. *Physiol Rev.* 2000;80:649-80.
12. Elia M. Body composition analysis: an evaluation of 2 components models, multi-component models and bedside techniques. *Clin Nutr.* 1992;11:114-27.
13. Martín A. Prediction of body fat by skinfold calliper: assumptions and cadaver evidence. *Int J Obesity.* 1974;9 Suppl 1:31.
14. Dumler F. Use of bioelectric impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry for monitoring the nutritional status of dialysis. *ASAIO J.* 1997;43:256-60.
15. Drinkwater DT, Martín y Ross WD, Beunen G, Simons J. The antropometric fraction of body mass. *Kinanthropometry II.* Baltimore: I. Press; 1980. p. 177-89.
16. Drinkwater WD. Validation by cada Matiegka's equations for the antropometric estimation of a composition in human adults. En: Day JAP, editor. *P. Kinanthropometry.* Champaign: Human Kinetic; 1984. p. 221-7.
17. Moreno Aznar A, Rodríguez Martínez A. Evaluación de la composición corporal y del estado nutricional por antropometría y bioimpedancia eléctrica en niños y adolescentes. *Nutr Clin.* 1999;19.
18. Drinkwater DT. An anatomically derived method for the antropometric human body composition [tesis doctoral]. Fraser University; 1984.
19. Drinkwater DT, Ross WD. Anthropometric fractionation of body mass. En: Ostyn G, Beunen, Simone J, editores. *Kinanthropometry II.* Champaign: Human Kinetic; 1984. p. 179-90.
20. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health. Technology assessment conference statement. *Am J Clin Nutr.* 1996;64 Suppl:S524-32.
21. Grimmes S, Martinsen G. Bioimpedance and bioelectricity basics. London Academic Press; 2000.
22. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología.* 2002;22:228-38.
23. Espinola D, Figueroa MJ, Jimovich F. Relación entre bioimpedancia específica y masa muscular en voluntarios sanos. Instituto de Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad de Chile.
24. Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr.* 1997;17:527-8.
25. Lukaski H. Estimation of muscle mass. En: Roche A, Lodman T, editores. *Human body composition.* Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 109-25.
26. Houtcooper LB. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:436-48.
27. Peña P, García J, Zagalaz ML, et al. Analizadores corporales: bioimpedancia. Estudio comparativo entre dos sistemas. *Enfermería Científica.* 2003;260-261:60-7.
28. Scharfetter H, Wirnsberger GH, Holzer H, Hutten H. Influence of ionic shifts during dialysis on volume estimations with multifrequency impedance analysis. *Med Biol Eng Comput.* 1997;35:96-102.
29. Bohm D, Odaischi M, Beyerlein C, Overbeck W. Total body water: changes during dialysis estimated by bioimpedance analysis. *Infusions Therapies.* 1990;17 Suppl 3:75-8.
30. Ho LT, Kushner RF, Schoeller DA, et al. Bioimpedance analysis of total body water in HD patients. *Kidney Int.* 1994;46:1438-42.
31. Lin YP, YU WC, Hsu Ti, Ding PY, Yang WC, Chen CH. The extracellular fluid-to-intracellular fluid volume ratio is associate with large-artery structure and function in HD patients. *Am Kidney Dis.* 2003;42:990-9.
32. Morais AA, Costa RA, Grilo MG, et al. Measurement of body composition changes during HD by bioimpedance analysis. *Rev Hosp Clin Fac Med Saulo.* 1996;51:121-3.
33. Piccoli A, Rossi B, Luana P, Giuseppe B. Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Mineral Electrolyte Metab.* 1996;22:76-8.
34. Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in HD using bioimpedance vector analysis. *Kidney Int.* 1999;56:2311-2.
35. Chertow GM, Lowrie EG. Bioelectrical impedance analysis predicts survival in HD patients. *J Am Soc Nephrol.* 1996;7:1442.
36. Piccoli A, Pillon L. Major cofounders for reactance as a marker of malnutrition in HD patients. *Kidney Int.* 1999;56:2311-2.
37. Fisch BJ, Spiegel DM. Assessment of excess fluid distribution in chronic HD patients using bioimpedance spectroscopy. *Kidney Int.* 1996;49:1105-9.
38. Franz M, Pohanka E, Tribl B, Woloszczuk W. Living on chronic HD between dryness and fluid overload. *Kidney Int Suppl.* 1997;59:39-42.
39. Feiu PA, Gundumalla G, Chattopadhyay J, Jorden A, Matza B, Avran MM. Usefulness of bioelectrical impedance analysis in monitoring nutrition status and survival of peritoneal dialysis patients. *Adv Perit Dial.* 2002;18:195-9.
40. Schilling H, Wu G, Petti J, Harrison J, Oreopopulos DG. Nutritional status of patients on long term CAPD. *Perit Dial Bull.* 1985;5:12-8.
41. Matthie J, Zarowitz B, De Lorenzo A, Andreoli A. Analytic assessment of the various bioimpedance methods used to estimate body water. *J Appl Physiol.* 1998;84:1801-16.
42. Deurenberg P, Van der Kooy K, Leenen R, et al. Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: a cross validation study. *Int J Obes.* 1991;15:17-25.
43. Steven DL, Gotfredsen A. Body composition in dialysis patients treated with EPO measured by dual-energy x-ray absorptiometry. Abstract XIII ICN. Madrid; 1995.
44. Flakoll Paul J. Bioelectrical impedance as air displacement pthetysmography and dual-energy X ray absorptiometry to determinate body composition in patients with ESRD. *JPEN.* 2004;28:1-13.
45. Yi Chou C. Postdialysis extracellular volume is rational for evaluating dry weight in HD patients. *Nephron.* 2002;90:1.
46. Yi Chou C, Han-Hsiang C, Jui Chi Y. Postdialysis extra-cellular volume is rational for evaluating dry weight in HD patients. *Nephron.* 2002;90:109.
47. Jaeger JQ, Mehta RL. Assessment of dry weight in HD an overview. *J Am Soc Nephrol.* 1999;10:392-403.
48. Zaluska A, Zaluska WT, Bednarek-Skublewska A, Ksiązek A. Nutrition and hydration status improve with exercise training using stationary cycling during HD in patients with end-stage renal disease (ERSD). *Ann Univ Mariae Curie Skłodowska (Med).* 2002;57:342-6.
49. Scharfetter H, Monif M, Laszlo Z, et al. Effect of postural changes on the reability of volume estimations from bioimpedance spectroscopy data. *Kidney Int.* 1997;51:1078-87.
50. Raja RM. Sodium profiling in elderly HD patients. *Nephrol Dial Transplant.* 1996;11 Suppl 8:42-5.
51. Locsey L, Szlanka B, Menes I, et al. The importance of bioimpedance analysis and cardio Tens (24-h ABPM and ECK) monitoring in the dialysis program. *Int Urol Nephrol.* 1999;31:547-55.
52. Ojanen S, Koobi T, Coronen P. QRS amplitude and volume changes during HD. *Am J Nephrol.* 1999;19:423-7.
53. Van Kraaij DJ, Schuurmans MM, Jansen RW. Use of the Valsalva maneuver to identify HD patients at risk of congestive heart failure. *Nephrol Dial Transplant.* 1998;13:1518-23.
54. Kushner RF, De Vries PM. Use of bioelectrical impedance analysis measurements in the clinical management of patients undergoing dialysis. *Am J Clin Nutr.* 1996;64 Suppl:503-9.
55. Manicini A, Grandaliano G, Magarelli P, Allegreti A. Nutritional status in HD patients and BIA vector analysis. *Kidney Int.* 1996;50:2103-8.
56. Dumler F. Hypoalbuminemia is a marker over hydration in chronic maintenance patients on dialysis. *ASAIO J.* 2003;49:282-6.
57. Fenech M, Jaffrim MY. Reversibility of artefacts of fluid volume measurements by BIA caused by position changes during dialysis. *Int J Artif Organs.* 2002;25:217-22.