

CÁLCULO DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN Y DOSIS DE DIÁLISIS EN EL PACIENTE EN HEMODIÁLISIS MEDIANTE BIOIMPEDANCIA MONOFRECUENCIA Y MULTIFRECUENCIA

ANA VANESSA FERNÁNDEZ MARTÍNEZ
SONIA AZNAR BARBERO*
RAMÓN BELL CEGARRA*
FRANCISCO HERRILLO JIMENEZ

YANINA ARREGUI ARIAS
LAURA PÉREZ VALENCIA
JOSEFA PIÑERO MARTÍNEZ
MARIA SOLEDAD PEREIRA MARTÍNEZ

CENTRO DE HEMODIÁLISIS FRESenius MEDICAL CARE NEFROCLUB CARTHAGO. HOSPITAL UNIVERSITARIO SANTA MARÍA DEL ROSELL*. CARTAGENA MURCIA

INTRODUCCIÓN

El estado de hidratación en el paciente en hemodiálisis es de singular importancia, habiéndose descrito complicaciones derivadas del incremento del volumen extracelular (VEC) (HTA, hipervolemia y disfunción cardíaca), o del descenso del mismo (hipotensión y mala tolerancia a la diálisis)¹. Si bien algunos datos clínicos pueden ser relevantes en la estimación del VEC² (HTA, edemas, hipotensión o calambres intradiálisis, entre otros), para algunos autores³ esta estimación es azarosa, por poco predecible y escasamente precisa, recomendando otras formas de estimación invasivas y no invasivas.

Por otro lado, la dosis de diálisis se relaciona con la supervivencia del paciente en hemodiálisis⁴, siendo el Kt/V el estimador más utilizado. Para el cálculo de este indicador se utilizan complejas fórmulas matemáticas, que tienen en cuenta la urea pre y posdiálisis, el tiempo de la sesión y el volumen de distribución de la urea, este último bastante poco fiable cuando se estima por fórmulas antropométricas, especialmente en presencia de desnutrición. Por ello, algunos grupos^{5,6} proponen el valor del Kt medido por dialisancia iónica como indicador, más fiable y menos interferible por el V, aunque con un comportamiento más exigente.

Uno de los métodos mejor valorados para la estimación de la composición corporal es la bioimpedancia eléctrica (BIE), que básicamente consta de dos elementos: la resistencia debida a la oposición de los fluidos al paso de la corriente, que nos da una idea del estado de hidratación, y la reactancia, debida a la resistencia de las membranas celulares, lo que es representativo de la masa celular corporal o estado nutricional⁷.

Piccoli y cols⁸, en un estudio sobre 1489 pacientes en hemodiálisis, desarrolla un sistema vectorial estableciendo un normograma de esferas concéntricas, que representan percentiles sobre la población. Así, la posición del vector nos indica hiperhidratación (vectores más cortos) o deshidratación (vectores más largos), lo que además de aumentar la precisión en la determinación del peso seco, resulta muy cómoda la interpretación visual.

La BIE monofrecuencia (50KHz), validada frente a técnicas de dilución isotópica convencionales⁹, obtiene datos eléctricos, que mediante ecuaciones predeterminadas que tienen en cuenta peso, talla, edad u otras medidas antropométricas, permite discriminar el agua corporal total (ACT). La forma multifrecuencia permite analizar el ACT y el VEC, mediante bajas frecuencias que no consiguen atravesar las membranas celulares (5 KHz), hasta las muy altas (>50 MHz) que circulan libremente.

Dada la coincidencia del ACT con el V, ya que la urea difunde libremente por las membranas celulares, Teruel y cols¹⁰ calculan dosis de diálisis mediante el cociente entre el Kt y el V obtenido por BIE monofrecuencia, obteniendo una buena correlación con el Kt/V equilibrado (Kt/V_e) y Kt/V obtenido por la ecuación de Daugirdas de segunda generación (Kt/V_d).

El propósito del presente estudio fue estimar el estado de hidratación de nuestros pacientes y la dosis de diálisis, mediante mediciones de BIE monofrecuencia y multifrecuencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un corte transversal sobre población prevalente en hemodiálisis en nuestra área de salud.

Pacientes:

- Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años en hemodiálisis, que den su consentimiento expreso a participar en el estudio.
- Criterios de exclusión: pacientes portadores de elementos metálicos no extraíbles, y negativa a participar en el estudio

Métodos

- En la sesión de diálisis intermedia de dos semanas consecutivas se realiza BIE pre y posdiálisis monofrecuencia (MONO) y multifrecuencia (MULTI). En cada sesión, la medición se realiza por el mismo método, en la mitad de los casos primero MONO y en la otra mitad MULTI.
- Las mediciones posdiálisis se realizan después de la desconexión, la coagulación y pesar al paciente.
- Las mediciones MONO se realizan con el monitor AKERN y las MULTI con el monitor BCM Fresenius Medical Care.

Las variables en estudio fueron en ambos monitores ACT, agua extracelular (AEC), agua intracelular (AIC) y masa celular corporal (BCM). En el monitor BCM también se recogió el exceso de OH pre y posdiálisis. Para comparar las determinaciones de ambas determinaciones se correlaciona ACT MONO Y MULTI con ACT según fórmula antropométrica de Watson y fórmula de Sun¹⁰, pre y posdiálisis, así como el % de agua extracelular (AEC).

Para determinar la dosis de diálisis se utilizó el Kt medido por dialisancia iónica (sistema terapéutico 5008 FMC), el ACT de ambos monitores de impedancia y de Watson, y el Kt/V analítico (Kt/Vd y Kt/Ve). Para la obtención de la muestra de urea posdiálisis según protocolo de nuestra unidad, a la finalización de la sesión y con la ultrafiltración total alcanzada, se reduce el flujo sanguíneo a 100 ml/min, y tras 15 segundos de espera, se para la bomba arterial y se extrae la muestra sanguínea del botón arterial del circuito extracorpóreo.

Otras variables del estudio fueron:

- Datos de la sesión: hipotensiones, calambres, cefaleas, HTA, ultrafiltración horaria y si es necesario finalizar antes de lo pautado.
- Datos clínicos: índice de masa corporal, circunferencia abdominal, tensión arterial pre y posdiálisis, exploración física (edemas, auscultación) y ganancia interdiálisis.
- Datos analíticos: albúmina, transferrina, hemoglobina y creatinina.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realiza mediante el programa SPSS 13.0 para Windows.

Las variables cuantitativas se expresan como media, desviación estándar y rango. Las variables cualitativas, como frecuencia y porcentaje.

La asociación entre variables se explora mediante correlaciones bivariadas y el coeficiente de correlación de Pearson.

El contraste de hipótesis para variables cuantitativas se realiza mediante la t-student y ANOVA, y la chi-cuadrado de Pearson para variables cualitativas.

RESULTADOS

Se analizan 127 pacientes. Las características basales y parámetros en estudio se resumen en la tabla 1.

Tal como se aprecia en la tabla 2, las correlaciones entre las diferentes formas de determinar el ACT son muy buenas o excelentes ($p < 0,001$), algo mayores en BIE MONO que en BIE MULTI con respecto a las fórmulas de Watson y Sun, tanto pre como posdiálisis. Llama la atención las diferencias ($p < 0,001$) encontradas en valor numérico (tabla 3) entre los valores de ambos monitores, siendo el ACT en multifrecuencia 4,8 litros menor que en monofrecuencia.

El % de AEC es significativamente ($p = 0,035$ prediálisis y $0,003$ posdiálisis) mayor en BIE MONO ($50,17 \pm 6,53\%$ y $49,11 \pm 7,79\%$ pre y posdiálisis) que en BIE MULTI ($49,00 \pm 5,00\%$ y $47,55 \pm 5,02\%$ respectivamente).

Tabla 1. Características basales. Parámetros en estudio

PARÁMETROS	VALOR
Edad, años	65,7 (13,8)
Sexo, n (%)	
Hombre	85 (67)
Mujer	42 (33)
Etiología, n (%)	
Desconocida	30 (26,7)
Diabetes	25 (19,7)
HTA	25 (19,7)
Glomerular	20 (15,7)
Intersticial	12 (9,5)
Hereditaria	12 (9,5)
Permanencia IRT, meses	47,1 (48,8)
Tipo de hemodiálisis, n (%)	
HDF en línea	100 (79)
HD convencional	27 (21)
Tiempo sesión, minutos	240,6 (7,2)
Flujo sanguíneo, ml/min	376 (46,9)
Peso seco, Kg	71,2 (14,1)
Ganancia interdiálisis, ml	2061,41 (789,5)
Ultrafiltración horaria, ml/hora	506,02 (199,4)
TA sistólica prediálisis, mmhg	134,85 (23,95)
TA diastólica prediálisis, mmhg	63,22 (14,57)
TA sistólica posdiálisis, mmhg	128,78 (24,24)
TA diastólica posdiálisis, mmhg	63,35 (14,16)
IMC, kg/m ²	26,94 (4,71)
Circunferencia abdominal, cm	102,61 (14,8)
Albúmina, g/dl	3,99 (0,38)
Transferrina, mg/dl	174,83 (43,5)
Creatinina, mg/dl	7,35 (2,17)
Hb, g/dl	11,88 (1,37)
Edemas, n, %	16 (12,6)
Auscultación patológica, n, %	7 (5,5)
TA prediálisis > 140 y/o 90 mmhg, n, %	53 (41,7)
TA posdiálisis > 140 y/o 90 mmhg, n, %	36 (28,3)
Dialísis sintomática, n, %	16 (12,6)
Hipotensión, n, %	11 (8,7)
Calambres, n, %	5 (3,9)

Tabla 2 . Correlaciones estimación ACT

	Coeficiente de correlación prediálisis	Coeficiente de correlación posdiálisis
ACT WATSON/ACTSUN	0,850	0,835
ACT WATSON/ACTMULTI	0,749	0,788
ACTWATSON/ACTMONO	0,834	0,824
ACTMULTI/ACTSUN	0,811	0,895
ACTMONO/ACTSUN	0,975	0,986
ACTMULTI/ACTMONO	0,800	0,904

Los pacientes con edemas presentan un mayor ($p=0,002$) valor de VEC MONO prediálisis ($20,86 \pm 3,96$ litros versus $18,33 \pm 3,90$ litros) que los que no los presentan, diferencia no encontrada en BIE MULTI. Entre aquellos que presentan diálisis sintomática, el % de AEC BIE MONO es significativamente ($p=0,047$ y $0,012$) menor pre y posdiálisis ($47,15 \pm 6,64\%$ y $44,54 \pm 8,87\%$) que los asintomáticos ($50,61 \pm 6,43\%$ y $49,75 \pm 7,43\%$), sin diferencias en BIE MULTI.

Tabla 3. Valores de BIE (litros)

	Prediálisis	Posdiálisis
ACT MULTI	$32,95 \pm 7,46$	$30,28 \pm 6,16$
AEC MULTI	$16,10 \pm 4,42$	$14,29 \pm 2,74$
AIC MULTI	$16,86 \pm 4,42$	$16,15 \pm 4,09$
BCM MULTI	$17,26 \pm 7,15$	$15,70 \pm 6,70$
ACT MONO	$37,75 \pm 7,07$	$35,05 \pm 6,44$
AEC MONO	$18,65 \pm 3,15$	$17,09 \pm 3,38$
AIC MONO	$19,13 \pm 5,24$	$18,14 \pm 5,56$
BCM MONO	$24,31 \pm 7,55$	$22,99 \pm 7,21$
ACT SUN	$36,44 \pm 7,22$	$33,80 \pm 6,59$
ACT WATSON	$38,50 \pm 5,66$	$37,90 \pm 5,56$

Los valores de OH BIE MULTI posdiálisis son significativamente ($p=0,012$) menores en pacientes con diálisis sintomática ($-1,61 \pm 1,20$ litros) que en los asintomáticos ($-0,49 \pm 1,69$ litros). No se encuentran diferencias en pacientes con edema.

Los valores de Kt/V correlacionan significativamente ($p<0,001$) entre sí, si bien Kt/VBIE MONO ($1,47 \pm 0,32$) es significativamente ($p<0,001$) menor que Kt/VD ($1,76 \pm 0,34$, $r=0,635$), Kt/VE ($1,56 \pm 0,30$, $r=66,8$) y Kt/V BIE MULTI ($1,72 \pm 0,42$, $r=0,835$), y mayor que Kt/V WATSON ($1,43 \pm 0,28$, $r=876$). Kt/V BIE MULTI es significativamente ($p<0,001$) mayor que Kt/VE y Kt/V WATSON, sin diferencias con Kt/VD, si bien con todos presenta una buena correlación ($r= 0,620$, $0,834$ y $0,625$, respectivamente).

DISCUSIÓN

Son múltiples las referencias bibliográficas de la bioimpedancia^{7,8} en la práctica clínica, referidas tanto a composición corporal en el paciente en hemodiálisis⁹ como a dosis de diálisis¹⁰.

En nuestro estudio comparamos dos formas de bioimpedancia, monofrecuencia y multifrecuencia. Los resultados entre ambas, si bien presentan una buena correlación entre sí y con los valores obtenidos con fórmulas antropométricas, son muy dispares en términos numéricos, con casi 5 litros de agua corporal total (mayor en monofrecuencia) y 0,25 en Kt/V (mayor en multifrecuencia), diferencias sin duda debidas a las propias técnicas y su forma de estimulación eléctrica, como se mencionó antes¹.

En cualquier caso, tanto las correlaciones con fórmulas tradicionales y ecuaciones matemáticas son ligeramente mayores con monofrecuencia, que además ha mostrado

sensibles diferencias en situaciones donde la clínica indica sobrehidratación (edemas) o deshidratación (mala tolerancia dialítica)³.

El comportamiento del AEC y AIC pre y posdiálisis en nuestro estudio no es el típico del paciente en hemodiálisis, en el que el AEC suele descender más notablemente y el AIC aumentar levemente. En nuestro caso el descenso de AEC posdiálisis es moderado y también desciende levemente el AIC posdiálisis, dado que la gran mayoría de nuestros pacientes (79%) reciben tratamiento con hemodiafiltración¹².

Congruentemente con el grupo de Teruel y cols, el Kt/V obtenido por dialisancia iónica y bioimpedancia monofrecuencia infraestima los valores del obtenido analíticamente, mientras que el obtenido con multifrecuencia es claramente mayor al equilibrado y muy similar al monocompartmental. Del mismo modo, el valor del Kt/V con monofrecuencia es muy similar al obtenido con el volumen de distribución medido por la fórmula de Watson, tal como ya han descrito otros autores¹³.

CONCLUSIONES

La medición de la composición corporal por BIE puede resultar valiosa para discernir el grado de hidratación de nuestros pacientes. En general, presenta buena correlación con fórmulas tradicionales, y cuando se valoran datos clínicos relevantes en el estado de hidratación, como edemas y diálisis sintomática, los datos son congruentes, especialmente con BIE monofrecuencia.

Lo mismo cabe afirmar cuando utilizamos los datos de BIE para determinar dosis de diálisis, también con mejor correlación para BIE monofrecuencia.

En cualquier caso, y dadas las diferencias de medición por los dos métodos en estudio, es imprescindible su mención en cualquier estudio, requiriéndose estudios prospectivos para determinar la precisión de la lectura en diferentes situaciones clínicas,

BIBLIOGRAFÍA

1. Lopez Gomez JM, Jofré R. Balance hidrosalino en pacientes en hemodiálisis y su repercusión cardiovascular. Jofré R, Lopez Gomez JM, Luño J, Perez García R, Rodriguez Benitez P. En: Tratado de hemodiálisis. 2ª Edic Medica JIMS, Barcelona; 436-440. 2006.
2. Luño J, García de Vinuesa S, Gómez FJ, Rodriguez ML, Inchaustegui, Valderrábano F. Hipertensión arterial en la enfermedad renal. Nefrología 1999; 17 (supl2): 6.
3. Charra B, Chazot C, Laurent G, et al. Clinical of dry weight. Nephrol Dial Transplant 1996; 11:16.
4. Held PJ, Port FK, Wolfe RA, et al: The dose of hemodialysis and patients mortality. Kidney Int 50: 550-556, 1996.
5. Maduell F, Vera M, Serra N et al. Kt como control y seguimiento de la dosis en una unidad de hemodiálisis. Nefrología 28: 43-47, 2008.
6. Fernández AV, Soto S, Arenas M, et al. Estudio comparativo de la dosis de diálisis por dialisancia iónica (Kt) y por Kt/V. Rev Soc Esp Enfer Nefrol 12 (2): 97-102, 2009.
7. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. J Am Coll Nutr 11: 199-209, 1992.
8. Piccoli A, para Italian Hemodialysis- Bioelectrical Impedance Analysis study group. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. Kidney Int 53: 1036-1043, 1998.
9. Dumler F, Schmidt R, Kilates C, et al. Use of bioelectrical impedance for the nutritional assessment of chronic hemodialysis patients. Min Electrolyte Metab 18: 284-287, 1992.
10. Teruel JL, Álvarez LE, Fernández M, et al. Control de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica y bioimpedancia. Nefrología 27 (1): 68-73, 2007.
11. Sun SS, Chumica C, Heymsfield SB, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equation for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiological surveys. Am J Clin Nutr 77: 331-340, 2003.
12. Olthof CG, De Vries PMJM, Kouw PM, et al. The recovery of the fluid balance after hemodialysis and haemofiltration. Clin Nephrol 37: 135-139, 1992.
13. Molina A, Rodríguez MA, Fernández Reyes MJ, et al. Cálculo de Kt/V aplicando bioimpedancia o las fórmulas de Watson y Hume-Weyers para la obtención del volumen de distribución de la urea. Nefrología 29 (Supl 4): 63, 2009.

