

## Estado de hidratación de pacientes en hemodiálisis: método clínico vs. método de la vena cava inferior

### Hydration state of hemodialysis patients: clinical method versus vena cava inferior method

Julia Janet Rojas Estrada<sup>I</sup>; Amaury Lorenzo Clemente<sup>II</sup>; Guillermo Guerra Bustillo<sup>III</sup>; Xiomara Castelo Villalón<sup>IV</sup>; Natacha Berland de León<sup>V</sup>; Humberto Martínez Canalejo<sup>VI</sup>

<sup>I</sup>Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Especialista de I Grado en Nefrología. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

<sup>II</sup>Especialista de I Grado en Nefrología. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

<sup>III</sup>Master en Gestión de Salud. Especialista de II Grado en Nefrología. Profesor Auxiliar. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

<sup>IV</sup>Especialista de I Grado en Nefrología. Profesor Auxiliar. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

<sup>V</sup>Especialista de I Grado en Imagenología. Profesora Auxiliar. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

<sup>VI</sup>Licenciado en Bioestadística. Profesor Titular. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras." La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

**Antecedentes:** La sobrehidratación crónica contribuye a la mortalidad cardiovascular en hemodiálisis.

**Objetivo:** Dilucidar el dilema método clínico vs. método de la vena cava inferior en la definición del estado de hidratación de pacientes en hemodiálisis.

**Métodos:** Se analizó la relación entre la diferencia relativa del diámetro de la vena cava inferior, en espiración prediálisis y posdiálisis, y los porcentajes de reducción del peso corporal, de la tensión arterial sistólica y diastólica. Se evaluó la sensibilidad y la especificidad del método clínico según método de la vena cava inferior.

**Resultados:** El diámetro de vena cava inferior en espiración disminuyó con la remoción del agua corporal. La sensibilidad del método clínico, según método de vena cava inferior, fue de 57,1 para un IC al 95 % entre 46,0 y 68,3; y una

especificidad de 86,1 para un IC al 95 % entre 78,0 y 94,0.

**Conclusiones:** El método clínico es, según el método de la vena cava inferior, más específico que sensible.

**Palabras clave:** Vena cava inferior, peso seco, hidratación, hipervolemia, hemodiálisis.

---

## ABSTRACT

**Backgrounds:** The overhydration chronic is a cardiovascular mortality in hemodialysis.

**Objective:** To elucidate the dilemma related to the clinical method versus the vena cava inferior method to define the hydration state in hemodialysis patient.

**Methods:** The relation between the relative difference in the vena cava inferior diameter in predialysis and postdialysis exhalation and the percentages of body weight reduction, of the systolic and diastolic blood pressure. The sensitivity and specificity of clinical method was assessed according to the vena cava inferior method.

**Results:** The vena cava inferior method decreased with reduction on body fluid. The clinical method sensitivity according to vena cava inferior method was of 57.1 for a 95 % CI between 46.0 and 68.3 and a specificity of 86.1 for a 95 % CI between 78.0 and 94.0.

**Conclusions:** The clinical method is according the vena cava inferior method one more specific than sensitive.

**Key words:** Vena cava inferior, dry weight, hydration, hypervolemia, hemodialysis.

---

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en pacientes en diálisis. La sobrehidratación crónica contribuye a la alta morbilidad y mortalidad cardiovascular en estos pacientes.<sup>1-4</sup>

El criterio clínico para estimar el estado de hidratación no siempre es fiable ya que los signos y síntomas clínicos, así como su interpretación, pueden estar causados o enmascarados por otros factores dependientes del paciente y de la diálisis.<sup>5</sup>

La medición invasiva de la presión venosa central no es un método práctico disponible para uso rutinario. Otras técnicas han sido descritas: la medición del péptido atrial natriurético (ANP); guanidín monofosfato cíclico (GMPc); cambios del volumen de sangre durante la diálisis, medición de los cambios del hematócrito o de la concentración de proteínas durante la hemodiálisis y los análisis de bioimpedancia.<sup>6-9</sup>

El examen ecográfico del diámetro de la vena cava inferior (DVCI) es simple, rápido y no invasivo. *Natori* y otros, en 1979, mostraron que las mediciones del DVCI presentaron buena correlación con la presión venosa central.<sup>10</sup> *Ando* y otros (1985)

---

fueron los primeros en cuantificar los cambios de DVCI durante la hemodiálisis.<sup>11</sup> En 1989, *Cherix* y otros usaron la técnica para evaluar el peso seco en los pacientes de hemodiálisis.<sup>12,13</sup>

Sobre la base de los antecedentes mencionados, nos propusimos dilucidar el dilema método clínico vs. método de la vena cava inferior en la definición del estado de hidratación de los pacientes sometidos a tratamiento de hemodiálisis.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo donde el universo potencial del estudio estuvo integrado por los 26 pacientes incorporados al Plan de Hemodiálisis del Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras", de Ciudad de La Habana, Cuba, durante el período de marzo del 2008 a marzo del 2009. Quedaron excluidos 2 por presentar insuficiencia tricuspídea, de los cuales a 1 se le dio salida con posterioridad, por no presentar una adecuada ventana acústica para la puesta en práctica de la medición ecográfica del DVCI.

### Criterios de inclusión

Haberse mantenido estable clínicamente en los 3 meses anteriores a la investigación y brindar consentimiento informado para participar en el estudio.

### Criterios de exclusión

Los pacientes con insuficiencia tricuspídea, derrame pericárdico masivo o infarto del miocardio.

En el transcurso de la investigación, los pacientes recibían hemodiálisis convencional durante 3 a 5 h, 3 veces por semana, con dializadores de membranas de polisulfona, de bajo flujo y tampón bicarbonato, utilizando riñones artificiales Fresenius, modelo 4008S, con control volumétrico de la ultrafiltración.

Se clasificaron los pacientes según su estado de hidratación, por 2 vías: una puramente clínica donde se agrupaban en: hipovolémicos, hipervolémicos y euvolémicos, y la otra, sustentada en mediciones relativas a la vena cava inferior. Se realizaron evaluaciones cada 3 meses, 85 estimaciones en total.

Las mediciones de la vena cava inferior se efectuaron según el método propuesto por *Ando* y otros: colocar al paciente en posición supina y aplicar ultrasonografía modo B con transductor colocado en el ángulo epigástrico, se mide el diámetro de la vena cava inferior en espiración (DVCIe) e inspiración (DVCIi) a 2 cm de su desembocadura en la aurícula, se definió como el DVCIe, al mayor valor obtenido en repetidas mediciones en espiración, y como el DVCIi, al menor valor en inspiración.<sup>12-14</sup> Se corrigió el DVCIe por el área de superficie corporal, calculada por la fórmula dada por *Mosteller* en el año 1987.<sup>15</sup>

Se utilizó además el índice de colapso (IC), magnitud adimensional, el cual se define como el grado de colapso del DVCI durante la inspiración, calculado según la ecuación formulada por *Tamaki*,<sup>10,16</sup> como:

$$IC = \frac{(DVCle - DVCh)}{DVCle} \times 100 (\%)$$

Los pacientes fueron clasificados atendiendo al método de la vena cava inferior en: hipervolémicos: IC < 40 % y DVCle > 11,5 mm/m<sup>2</sup>, hipovolémicos IC > 75 % y DVCle < 8 mm/m<sup>2</sup> y euvolémicos: al no ser ni hipervolémicos ni hipovolémicos.<sup>10,16</sup> El DVCI y el IC fueron determinados prediálisis y 2 h después de la hemodiálisis, teniendo en cuenta que haya finalizado el relleno vascular.<sup>13</sup>

El peso seco se basa en los parámetros anteriormente descritos, se adopta como concepto "el menor peso posdiálisis que tolera el paciente y que permita mantener un rango inter-dialítico de peso, con TA normal sin antihipertensivos, en ausencia de elementos clínicos de exceso o defecto de fluidos".

Se analizó la relación entre la diferencia relativa de los valores del diámetro de la vena cava inferior en espiración prediálisis y posdiálisis, y los porcentajes de reducción del peso corporal, de la tensión arterial sistólica y de la tensión arterial diastólica.

Se evaluaron la sensibilidad y la especificidad del método clínico, tomando como referencia el método de la vena cava inferior para la definición del estado de hidratación de los pacientes.

Los datos primarios se procesaron con los programas informáticos STATISTICA 6.1 e InStat 3.23. La investigación de la asociación entre las variables cualitativas se materializó con el test de la probabilidad exacta de Fisher. El coeficiente de correlación de Pearson y la probabilidad p correspondiente se utilizaron para explorar el problema del vínculo entre variables cuantitativas, mientras que el análisis de la concordancia entre 2 procedimientos diagnósticos se concretó con el coeficiente Kappa de Cohen y se juzgó su significación estadística con el IC al 95 % correspondiente.

## RESULTADOS

En nuestro estudio encontramos que predominó el sexo masculino (61,5 %). La relación numérica hombre/mujer fue de 8:5. El color de la piel preponderante fue el blanco (53,8 %).

En el orden porcentual y de manera decreciente, las 3 principales causas de insuficiencia renal crónica terminal fueron: nefroangiosclerosis (34,6 %), glomerulopatías primarias (15,4 %), nefropatía obstructiva (15,4 %) y las causas no precisadas (11,5 %).

La edad media de los pacientes estudiados para un IC de 95 % fue de 38,4-50,4 años con una mediana de 41 años y una edad mínima de 20 años y máxima de 71. La talla media para un IC al 95 % fue de 162,0-168,6 cm, con un valor mínimo de 152 cm y máximo de 180 cm.

Constatamos que las distribuciones de los pacientes al ser clasificados por uno y otro método no son estadísticamente homogéneas. Por ambos métodos, el mayor porcentaje de pacientes corresponde a la categoría euvolémicos (50,6 % por el método de la vena cava inferior y 63,5 % por el método clínico), seguido por el

porcentaje de hipervolémicos, también según ambos procedimientos (49,4 y 35,3 %, respectivamente).

El porcentaje de hipervolémicos, según el método de la vena, es significativamente superior que el correspondiente al método clínico. El método clínico es más proclive a la clasificación de euvolémico y, por tanto, con su utilización existe mayor probabilidad de incurrir en el error de clasificación más grave: adjudicar a un paciente hipervolémico una de las categorías euvolémico o hipovolémico (tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados alcanzados en la clasificación de los pacientes por ambos métodos

| Resultados de la clasificación | Método de la vena cava inferior |         | Método clínico |         |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|----------------|---------|
|                                | N                               | (%)     | N              | (%)     |
| Hipervolémicos                 | 42                              | (49,4)  | 30             | (35,3)  |
| Euvolémicos                    | 43                              | (50,6)  | 54             | (63,5)  |
| Hipovolémicos                  | 0                               | (0,0)   | 1              | (1,2)   |
| Totales                        | 85                              | (100,0) | 85             | (100,0) |

Probabilidad de Fisher= 0.0437 (Sig.)

Cuando tomamos como referencia en un plano estadístico el método de la vena cava inferior, la significación estadística del coeficiente de concordancia Kappa de Cohen expresa que ambos métodos están midiendo procesos afines, pues tomó un valor de 0,417 para un intervalo de confianza del 95 % entre 0,225 y 0,609. Se calificó la fuerza de la concordancia positiva siguiendo a *Landis y Koch* (Falta la acotación) (1977) y el intervalo de confianza para dicho coeficiente informa que, este puede variar entre "regular" y "moderado", por lo que los métodos en cuestión miden de forma diferente. Concluimos entonces que tiene sentido el estudio comparativo de los 2 métodos, así como la indagación de cuál es preferible adoptar sobre bases estadísticas (tabla 2).

**Tabla 2.** Concordancia entre las clasificaciones de los pacientes por ambos métodos

| Doble clasificación |                | Método de la vena cava inferior |             |               |
|---------------------|----------------|---------------------------------|-------------|---------------|
|                     |                | Hipervolémicos                  | Euvolémicos | Hipovolémicos |
| Método clínico      | Hipervolémicos | 24                              | 6           | 0             |
|                     | Euvolémicos    | 18                              | 36          | 0             |
|                     | Hipovolémicos  | 0                               | 1           | 0             |

Coefficiente Kappa= 0.417 (Sig.); IC al 95 %: 0.225; 0.609  
n= 85.

Al tomar el método de la vena cava inferior como el procedimiento de referencia, se tiene que de 42 hipervolémicos, el método clínico cataloga a 18 de ellos como euvolémicos o hipovolémicos, con lo cual el error de clasificación de mayor trascendencia es del 42,9 % (tabla 2).

Cuando analizamos la relación existente entre la diferencia relativa de los valores de diámetro de vena cava inferior en espiración prediálisis y posdiálisis con el porcentaje de reducción del peso corporal, de la tensión arterial sistólica y la diastólica (tabla 3), encontramos que la única variable correlacionada significativamente fue el porcentaje de reducción del peso corporal ( $p= 0,046$ ).

**Tabla 3.** Correlación con la diferencia relativa del diámetro de la vena cava inferior en espiración prediálisis y posdiálisis

| Variable                                  | Coefficiente de correlación | Valor p |
|---|-----------------------------|---------|
| Porcentaje de reducción del peso corporal | 0,22                        | 0,046   |
| Porcentaje de reducción de la TAS         | -0,015                      | 0,89    |
| Porcentaje de reducción de la TAD         | 0,10                        | 0,35    |

n= 85.

La concordancia entre las clasificaciones de los pacientes por ambos métodos, sobre la base de 2 categorías hipervolémicos y no hipervolémicos encontró un coeficiente Kappa de 0,433 para un intervalo de confianza de 95 % entre 0,241 y 0,625, lo cual refleja una significación estadística que puede variar entre "regular" y "moderado", se están midiendo procesos afines, pero de forma diferente (tablas 4 y 5).

**Tabla 5.** Indicadores del desempeño del método clínico con referencia al método de la vena cava inferior

| Indicadores   | Valor puntual | IC al 95 %  |
|---------------|---------------|-------------|
| Sensibilidad  | 57,1          | 46,0 ; 68,3 |
| Especificidad | 86,1          | 78,0 ; 94,0 |
| VPP           | 80,0          | 70,9 ; 89,1 |
| VPN           | 67,3          | 56,7 ; 77,8 |
| Valor Global  | 71,8          | 61,6 ; 81,9 |

Cuando analizamos la sensibilidad y la especificidad del método clínico, tomando como referencia el método de vena cava inferior se constató que es más específico que sensible, tiene una sensibilidad de 57,1 para un intervalo de confianza al 95 % entre 46,0 y 68,3; y una especificidad de 86,1 para un intervalo de confianza de 95 % entre 78,0 y 94,0. Así, el método clínico es mejor prediciendo adecuadamente los euvolémicos o hipovolémicos que los hipervolémicos, sobre la base de la comparación con el método de la vena cava inferior.

Los intervalos de confianza para los valores predictivos se solapan, por tanto, los valores predictivos positivo (VPP) y negativo (VPN) pueden coincidir, el VPP es 80,0 para un intervalo de confianza al 95 % entre 70,9 y 89,1 y el VPN de 67,3 para un intervalo de confianza al 95 % entre 56,7 y 77,8.

En el estudio actual, el VPP es una formulación probabilística de los casos predichos como hipervolémicos que realmente lo son. El VPN denota probabilísticamente los casos con predicción de hidratación normal o por debajo de la normal cuyo estado real es esta alternativa.

El valor global de la prueba -denominado también exactitud o concordancia bruta- es la proporción de aciertos, esto es, de casos con predicciones correctas, tanto positivas como negativas, realizadas en la totalidad de los casos. El valor global del método clínico fue de 71,8, para un intervalo de confianza al 95 % entre 61,6 y 81,9. El coeficiente de concordancia Kappa de Cohen es un refinamiento de este indicador, aplicable incluso a procedimientos diagnósticos con más de 2 categorías.

## DISCUSIÓN

Un método clínicamente útil para el tratamiento del estado de hidratación debe demostrar tener un límite de detección bajo. Los autores creen que debe tener un límite de detección de cerca de 1 L (o 1 kg.) Señalan que la valoración por índices clínicos no logra este límite de detección requerido. Según sus datos se concluye que los síntomas relacionados con sobrehidratación requieren típicamente que persistan por lo menos 2 L de sobrehidratación posdiálisis para hacerse evidentes.<sup>5,17</sup> Concuerdancia con nuestros hallazgos el señalamiento de que el método clínico es escasamente sensible a niveles de sobrehidratación pequeños o moderados, mientras los grandes cambios sí son claramente detectados por este método.

Algunos estudios han reportado que, durante la hemodiálisis, el DVCI declina significativamente y que es proporcional al volumen ultrafiltrado, con lo cual se confirma que el porcentaje de reducción del peso corporal está correlacionado significativamente con los valores absolutos del DVCIe, antes y después de hemodiálisis, y con el porcentaje de reducción de DVCIe posdiálisis.<sup>18,19</sup>

Concordamos con *Naruse* y otros, los cuales no encontraron correlación significativa entre el *flat ratio* (magnitud de deflexión independientemente del diámetro individual de la vena cava inferior) y la diferencia de tensión arterial durante la hemodiálisis, lo que no se puede traducir en que la tensión arterial y el volumen corporal de agua no estén relacionados, sino que esta relación es compleja y puede ser afectada por numerosos factores, incluidos factores hormonales (sistema renina-angiotensina, sistema nervioso simpático) y por los cambios del volumen del líquido corporal.<sup>18</sup>

Nuestros resultados son confirmados por investigadores que reportan hallazgos ecocardiográficos de hipervolemia en 50 % del grupo de pacientes normovolémicos clínicamente.<sup>12,20</sup> Todo lo cual nos lleva a afirmar que las tecnologías pueden auxiliarnos como un marcador adicional en la prevención de la sobrehidratación antes que surjan complicaciones clínicas, pero deben ser interpretados en forma adicional y no reemplazar al contexto clínico del paciente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hoenich NA, Levin NW. Can technology solve the clinical problem of "dry weight"? *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:647-50.
2. Kalantar-Zadeh K, Regidor DL, Kovesdy CP, Van Wyck D, Bunnapradist S, Horwich T, et al. Fluid retention is associated with cardiovascular mortality in patients undergoing long-term hemodialysis. *Circulation*. 2009;119:671-9.

3. Simic-Ogrizovic S, Jemcov T, Pejanovic S, Stosovic M, Radovic M, Djukanovic L. Health-related quality of life, treatment efficacy, and hemodialysis patient outcome. *Renal Failure*. 2009;31:201-6.
4. 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(5):1574-9.
5. Kraemer M, Rode C, Wizemann V. Detection limit of methods to assess fluid status changes in dialysis patients. *Kidney International*. 2006;69:1609-20.
6. Brennan M, Ronan A, Goonewardena S, Blair J, Hammes M, Shah D, et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1:749-53.
7. Kuhlmann MK, Zhu F, Seibert E, Levin NW. Bioimpedance, dry weight and blood pressure control: new methods and consequences. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2005;14:543-9.
8. Piccoli A, Pastori G, Guizzo M, Rebeschini M, Naso A, Cascone C. Equivalence of information from single versus multiple frequency bioimpedance vector analysis in hemodialysis. *Kidney Int*. 2005;67:301-13.
9. Raimann J, Liu L, Ulloa D, Kotanko P, Levin NW. Consequences of Overhydration and the Need for Dry Weight Assessment. *Contrib Nephrol*. 2008;161:99-107.
10. Natori H, Tamaki S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. *Am J Respir Dis*. 1979;120:421-7.
11. Ando Y, Tabei K, Shiina A, Asano Y, Hosoda S. Ultrasonographic evaluation of changes in the inferior vena cava configuration during hemodialysis: relationship between the amount of water removed and the diameter of the inferior vena cava. *J Jpn Soc Dial Therapy*. 1985;18:173-9.
12. Cheriex EC, Leunissen KML, Janssen JHA, Mooy JMV, Van Hoof JP. Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of "dry weight" in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1989;4:563-8.
13. Mandelbaum A, Ritz E. Vena cava diameter measurement for estimation of dry weight in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1996;11[Suppl 2]:24-7.
14. Tetsuka T, Ando Y, Ono S, Asano Y. Change in inferior vena caval diameter detected by ultrasonography during and after haemodialysis. *ASAIO Journal*. 1995;41:105-10.
15. Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med*. 1987;317:1098.
16. Tamaki S. Relationship between ventilatory change in the inferior vena cava and venous pressure. *J Jpn Soc Thorac Dis*. 1981;19:460-9.
17. Kooman JP, Van der Sande FM, Leunissen K. Wet or Dry in Dialysis—Can New Technologies Help? *Seminars in Dialysis*. 2009;22(1):9-12.

18. Naruse M, Sakaguchi S, Nakayama Y, Nonoguch H, Tomita K. A Novel Method for Dry Weight Assessment in Hemodialysis Patients: Utilization of Inferior Vena Cava Flat Ratio to Correct for Individual Variations in Vessel Diameter. *Therapeutic Apheresis and Diálisis*. 2007;11(1):42-8.

19. Ando Y, Yanagiba S, Asano Y. The inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in chronic haemodialyzed patients. *Artif Organs*. 1995;19:1237-42.

20. Kayatas M, Ozdemir N, Muderrisoglu H, Ulucam M, Turan M, Hize N. Comparison of the Non-Invasive Methods Estimating Dry Weight in Hemodialysis Patients. *Renal Failure*. 2006;28:217-22.

Recibido: 26 de agosto de 2010.

Aprobado: 21 de septiembre de 2010.

Dra. *Julia Janet Rojas Estrada*. Hospital Clínicoquirúrgico "Hermanos Ameijeiras". San Lázaro No. 701 entre Belascoaín y Marqués González, Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. CP 10300. Correo electrónico: [jjrojase@infomed.sld.cu](mailto:jjrojase@infomed.sld.cu)