

# Factores clínicos asociados a hipotensión intradialítica. Un estudio de centro único.

Jesús Cisneros Carpintero\*<sup>1</sup>, Ricardo Correa Rotter<sup>2</sup>, Juan Carlos Ramírez Sandoval, Ph.D<sup>2</sup>

1. Departamento de Nefrología, Médica Santa Carmen, Santiago de Querétaro, México.
2. Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México D.F.

## Resumen

**Introducción:** La hipotensión intradiálisis (HID) es una complicación frecuente durante las sesiones de hemodiálisis e incrementa el riesgo de trombosis de fistulas arterio-venosas, aturdimiento miocárdico y muerte, entre otros. El objetivo del presente estudio fue identificar los factores de riesgo asociados a la HID en un estudio observacional de una cohorte de sujetos mexicanos en hemodiálisis.

**Métodos:** Fueron evaluadas 1344 sesiones de hemodiálisis intermitente, atendidos en un solo centro de septiembre a noviembre del 2013. Se definió HID como una disminución en la presión arterial sistólica  $\geq 20$  mmHg o una disminución en la presión arterial media  $\geq 10$  mmHg, acompañada de síntomas clínicos o la necesidad de disminuir o suspender el ultrafiltrado (UF) durante la sesión. Se consignó la exposición a la tasa de UF horaria, entre otras variables clínicas, y la aparición o no de HID.

**Resultados:** Se incluyeron 112 pacientes, con una mediana de edad de 57 años (rango intercuartil [RIC] 42-67), 66 casos (59%) fueron mujeres. La frecuencia de eventos de HID fue del 5.4% (73 eventos), 76 sujetos (68%) no tuvieron algún evento de hipotensión y 9 sujetos (8%) presentaron más de 2 eventos de HID. El grupo con HID, la presión del pulso fue de 77 versus 65 mmHg en el grupo sin HID; la tasa de UF / hora / peso fue de 13.3 versus 10.9 ml/kg/hr, respectivamente ( $P < 0.001$ ). En el análisis multivariado la edad (Odds Ratio [OR]=1.029), el volumen de ultrafiltrado (OR=1.005) y la presión del pulso pre-hemodiálisis (OR=1.029) estuvieron asociados independientemente a HID, ( $P < 0.001$ ).

**Conclusiones:** Los factores asociados a HID fueron, la edad avanzada, mayores tasas de ultrafiltrado y mayor presión del pulso pre-hemodiálisis.


## Keywords:

**DeCS:** Hipotensión, Diálisis Renal, Ultrafiltración, Filtración de Tasa Declinante, Fallo Renal Crónico, Insuficiencia Renal Crónica.

**Recibido:** Diciembre 03, 2021  
**Aceptado:** Enero 26, 2022  
**Publicado:** Febrero 28, 2022  
**Editor:** Dr. Franklin Mora Bravo.

### Como citar:

Cisneros J, Correa R, Ramírez J. Factores clínicos asociados a hipotensión intradialítica. Un estudio de centro único. REV SEN 2022;10(1):34-42.

 Copyright Cisneros Carpintero Jesús, et al. This article is distributed under the [Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which allows the use and redistribution citing the source and the original author for non-commercial purposes.

\* Autor de correspondencia



# Clinical factors associated with intradialytic hypotension. A single-center study.

## Abstract

**Introduction:** Intradialytic hypotension (IDH) is a frequent complication during hemodialysis sessions and increases the risk of thrombosis of arteriovenous fistulas, myocardial stunning, and death, among others. The objective of the present study was to identify the risk factors associated with IDH in an observational study of a cohort of Mexican subjects on hemodialysis.

**Methods:** 1344 intermittent hemodialysis sessions were evaluated and attended in a single center from September to November 2013. IDH was defined as a decrease in systolic blood pressure  $\geq 20$  mmHg or a decrease in mean arterial pressure  $\geq 10$  mmHg, accompanied by clinical symptoms or the need to reduce or suspend the ultra-filtrate (UF) during the session. Exposure to the hourly UF rate was recorded, among other clinical variables, and the appearance or not of IDH.

**Results:** 112 patients were included, with a median age of 57 years (interquartile range [IQR] 42-67); 66 cases (59%) were women. The frequency of IDH events was 5.4% (73 events), 76 subjects (68%) did not have any hypotensive events, and nine subjects (8%) had more than 2 IDH events. In the group with IDH, the pulse pressure was 77 versus 65 mmHg in the group without IDH; the UF/hour/weight rate was 13.3 versus 10.9 ml/kg/hr, respectively ( $P < 0.001$ ). In the multivariate analysis, age (Odds Ratio [OR]=1.029), ultrafiltrate volume (OR=1.005), and pre-hemodialysis pulse pressure (OR=1.029) were independently associated with IDH ( $P < 0.001$ ).

**Conclusions:** The factors associated with IDH were older age, higher ultrafiltration rates, and higher pre-hemodialysis pulse pressure.

## Keywords:

**MESH:** Hypotension; Renal Dialysis; Ultrafiltration; Declining Rate Filtration; Kidney Failure, Chronic; Renal Insufficiency, Chronic.

La hipotensión intradiálisis (HID) es la complicación aguda más frecuente de los pacientes con enfermedad renal crónica avanzada en tratamiento con hemodiálisis [1]. No existe una definición universal de la HID, pero la mayoría de los autores la definen como una disminución en la presión arterial sistólica  $\geq 20$  mmHg o una disminución en la presión arterial media  $\geq 10$  mmHg acompañada de síntomas clínicos o la necesidad de disminuir o suspender la ultrafiltración

(UF) durante la sesión de hemodiálisis [2]. La HID ocurre en 6 a 17% de las sesiones de hemodiálisis [3] y puede asociarse a la interrupción del procedimiento, incumplimiento en las metas de prescripción de diálisis, imposibilidad de alcanzar un balance hídrico apropiado, mayor riesgo de trombosis de la fístula arterio-venosa, mayor frecuencia de eventos isquémicos en la vasculatura cerebral, mesentérica o coronaria y directamente a muerte durante la hemodiálisis [4]. La HID es resultado de una



respuesta cardiovascular inadecuada a la reducción del volumen sanguíneo durante la UF a lo largo del procedimiento de hemodiálisis, generalmente asociada a una elevada tasa de UF en periodos cortos de tiempo en enfermos predispuestos [5]. Se conocen varios factores clínicos y relacionados a la prescripción dialítica que aumentan el riesgo de eventos de HID:

1. Altas tasas de UF asociado a una baja redistribución del líquido proveniente del compartimiento extracelular. Durante una sesión de hemodiálisis típica, el volumen de líquido ultrafiltrado y que es primariamente extraído del espacio intravascular es compensado por la redistribución del líquido intersticial al espacio intravascular a partir del lecho esplácnico, fenómeno conocido como “rellenado vascular”. Ésta redistribución puede disminuir hasta un 20% la extracción real del volumen plasmático [5]. Algunos autores han sugerido que una baja tasa de relleno vascular desacoplada a la pérdida de volumen del espacio intravascular durante la sesión de hemodiálisis es la principal causa de la HID y que los factores causales de bajas tasas de relleno vascular son el volumen total del líquido intersticial, la albúmina sérica y el nitrógeno ureico pre diálisis [6]. Varios estudios sobre HID se han enfocado a la tasa de UF total durante las sesiones y han omitido la búsqueda de variables asociadas al relleno vascular, las cuales son fundamentales para entender el fenómeno de HID. Flythe et al. publicaron que altas tasas de UF se asociaban a mayor mortalidad global y cardiovascular en 1846 sujetos en hemodiálisis crónica. En dicho estudio, la tasa de UF kg/h se asoció proporcional y directamente a mayor mortalidad. Sujetos con tasas de UF entre 10 y 13 mL/kg/h tuvieron mayor mortalidad global, especialmente aquellos con insuficiencia cardíaca congestiva y tasas >13 mL/kg/h fueron los que presentaron mayor mortalidad, independientemente de la presencia de falla cardíaca. Sin embargo, la tasa de UF explica solamente el 40% de los eventos de HID reportados en la serie [7]. En otro estudio, I. Akhouch et al. describieron que sujetos con HID presentaban mayores ganancias de peso interdialíticas (2875 g versus 2475 g) y mayor frecuencia de tasas de UF/hora de 800 mL/h (58% versus 43%) comparados con aquellos que no presentaban HID [8]. Por otra parte, pueden existir otras variables no descritas que pudieran explicar mejor el fenómeno de hipotensión pues las altas tasas de UF/hora o las altas ganancias interdialíticas ocurren únicamente en poco más del 50% de los eventos de HID.

2. Alteraciones cardiovasculares. Los pacientes en hemodiálisis muestran una alta tasa de mortalidad cardiovascular comparada con la población general [4]. Sin embargo, la enfermedad aterosclerótica no es la causa principal de muerte en estos pacientes. Uno de los probables factores contribuyentes a la mortalidad es el fenómeno del aturdimiento miocárdico durante las sesiones de hemodiálisis, especialmente en aquellos sujetos con HID. Burton et al. reportaron una frecuencia de 64% de daño miocárdico subclínico detectado por ecocardiografía seriada en

70 sujetos tratados con hemodiálisis crónica. En este estudio, el aturdimiento miocárdico estuvo asociado a la edad, el volumen de UF, la frecuencia de HID y las concentraciones de troponina cardíaca T. Además, se identificó un mayor riesgo de muerte en pacientes con niveles de troponina T elevados y con disminución en la fracción de expulsión durante la hemodiálisis comparada con la observada en reposo [4]. Por lo anterior, se ha propuesto que un mejor apego a la ganancia de peso inter-dialítica podría disminuir la tasa de UF, los episodios de HID, el aturdimiento miocárdico y la mortalidad cardiovascular a mediano plazo. Algunos parámetros hemodinámicos observados en ecocardiografía pudieran estar estrechamente asociados a la HID. Un estudio en pacientes con hemodiálisis crónica reportó que la disfunción ventricular izquierda medida por ecocardiografía y péptido natriurético auricular no eran diferentes en sujetos con HID versus aquellos sin hipotensión, con excepción de dos parámetros ecocardiográficos: la relación de velocidades entre las dos ondas de llenado ventricular izquierda temprana y tardía a nivel de la válvula mitral durante la diástole (relación E/A) < 1 y la disminución en la velocidad de propagación del flujo diastólico, los cuales se encontraron presentes en el 89% de los sujetos con HID [9].

3. Neuropatía autonómica. La vasoconstricción arteriolar en respuesta a la UF está mediada por la actividad del sistema nervioso autónomo que incrementa las resistencias vasculares periféricas y la presión arterial media. En algunos pacientes, esta respuesta vasoconstrictora es inadecuada debido a producción excesiva de vasodilatadores [10]. Uno de los vasodilatadores propuestos es la adenosina, la cual es liberada por células endoteliales y miocitos vasculares en respuesta a la isquemia tisular causando vasodilatación y depresión de la función miocárdica [10]. Otro de los factores asociados a una pobre vasoconstricción es una baja liberación de proteínas vasopresoras durante el periodo de relleno vascular. En pacientes con HID recurrente, la determinación de cromogranina A aumenta en menor grado durante los eventos de hemodiálisis. La cromogranina A es una proteína secretada en conjunto con las catecolaminas y su baja liberación sugiere anomalías en la respuesta autonómica secundaria a varios factores, entre ellos la hipercalemia crónica [11]. Chang MH et al. midieron velocidades de conducción nerviosa en sujetos con hemodiálisis crónica, para identificar la presencia de polineuropatía y determinaron la variabilidad de la frecuencia cardíaca para valorar el sistema nervioso autónomo. Encontraron que la frecuencia de polineuropatía era similar tanto en los sujetos con HID como en los que presentaban estabilidad hemodinámica. Sin embargo, la variabilidad de la frecuencia cardíaca disminuyó significativamente en sujetos con HID, lo cual sugiere que una baja respuesta cardíaca cronotrópica durante la UF pudiera asociarse a eventos de HID [2].

4. Diabetes mellitus. Existe evidencia de que la diabetes contribuye a la HID por alteraciones en el tono autonómico.



Nakamoto et al. describieron que los sujetos con diabetes mellitus en hemodiálisis crónica presentaban una mayor disminución en el gasto cardíaco y en la presión arterial media durante la hemodiálisis sin aumento de las resistencias vasculares periféricas, en respuesta al cambio de volumen intravascular [12].

5. Temperatura del líquido de diálisis. Este parámetro es relevante para mantener la estabilidad hemodinámica. Nicholas et al. realizaron ecocardiografías seriadas durante la sesión de diálisis en 10 sujetos en hemodiálisis crónica con HID recurrente (>30% de HID en las sesiones mensuales) expuestos alternadamente a diferentes temperaturas del líquido de diálisis. Los sujetos expuestos a una temperatura de 37°C presentaron mayor aturdimiento miocárdico y una menor estabilidad hemodinámica comparados con aquellos expuestos a una exposición de 35°C [13]. Varios de los factores discutidos pudieran ser relevantes en la valoración clínica de los pacientes en hemodiálisis crónica, y éstos pudieran predecir la aparición de HID, la prevención de la HID ha sido enfocada en el desarrollo de dispositivos electrónicos o programas de software instalados en la máquina de hemodiálisis, que monitorizan variables hemodinámicas en tiempo real con el objetivo de detener la UF antes de la aparición de la HID. En la experiencia de los autores, varios de estos dispositivos son poco utilizados en la práctica clínica diaria y su utilidad informada pudiera ligarse, en algunos casos a conflictos de interés. Existe poca información de las variables clínicas habitualmente utilizadas, relacionadas a los factores fisiopatogénicos mencionados y que pudieran ser útiles como herramienta en la prescripción de UF para prevenir la aparición de HID. Adicionalmente, algunos estudios, han sugerido que la raza hispana [2] tiene un mayor riesgo de eventos de HID. Por lo anterior, se realizó un estudio observacional para identificar los factores de riesgo individuales relacionados a cada sesión de hemodiálisis con la aparición de eventos de HID, en una cohorte de sujetos mexicanos.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio

El presente estudio es observacional, analítico de corte transversal.

### Escenario

El estudio se llevó a cabo en la unidad médica de hemodiálisis Clínica "El Refugio" del grupo Fresenius Medical Care de México. El período del estudio fue 1ro de septiembre del 2013 al 30 de noviembre del 2013. El estudio terminó la fase de recolección de datos el 23 enero del 2014.

### Participantes

Se incluyeron pacientes mayores o iguales 18 años, con tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis durante

un período de tres meses o más. Se analizan los tratamientos realizados de por lo menos 180 minutos de duración.

### Variables

La variable dependiente fue la presencia de HID. Se describieron variables como edad, tipo de acceso vascular, tiempo de tratamiento en el programa de hemodiálisis, enfermedades concomitantes, ratio de reducción de urea, kt/V, hemoglobina, ferritina sérica, albúmina sérica, calcio sérico, fósforo sérico, sodio sérico, potasio sérico, peso, ganancia interdialítica, tasa de UF, síntomas de HID.

### Fuentes de datos/mediciones

Las variables fueron tomadas del expediente clínico institucional. La HID se definió como una disminución en la presión arterial sistólica  $\geq 20$  mmHg o una disminución en la presión arterial media  $\geq 10$  mmHg acompañada de síntomas clínicos o la necesidad de disminuir o suspender el ultrafiltrado durante la sesión.

### Sesgos

Con el fin de evitar posibles sesgos de entrevistador, de información y de memoria, los datos fueron custodiados durante todo el tiempo por el investigador principal con una guía y registros apropiados. El sesgo de observación y selección fueron evitados con la aplicación de los criterios de selección de los participantes. Se consignaron todas las variables clínicas y paraclínicas de las sesiones de hemodiálisis del periodo ya comentado. Dos investigadores de manera independiente analizaron cada uno de los registros por duplicado y se consignaron las variables en la base de datos una vez verificada su concordancia.

### Tamaño del estudio

La muestra fue probabilística. La prevalencia del evento del HID se consideró como 20% como factor de riesgo y 5% como factor no relacionado, diferencia de 15%. Lo que implica una razón de momios de 4 a 1. El nivel de confianza fue del 95%, el poder estadístico del 80%. Dicho estimado resultó en el análisis de 75 sesiones ( $m'$ ) con ocurrencia del evento de HID. En la mayoría de los estudios revisados, se encontró una gran variabilidad de HID, con una frecuencia promedio del 12%. Para tener 75 sesiones de hemodiálisis con HID, en este estudio la frecuencia de HID fue del 5.4%, por lo que se ajustó el tamaño muestral a 1388 sesiones de hemodiálisis con las siguientes ecuaciones:

$$m' = \frac{[Z_{\alpha}\sqrt{(r+1)PQ} + Z_{\beta}\sqrt{P_1Q_1 + P_2Q_2}]^2}{r\delta^2}$$

$$m = \frac{m'}{4} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2(r+1)}{rm'\delta}} \right)^2$$



$$N = (r + 1)m$$

### VARIABLES CUANTITATIVAS

Se utilizó estadística descriptiva inferencial. Se expresaron los resultados de tendencia central en medias o medianas y los de dispersión en desviación estándar o intervalo intercuartilar dependiendo la distribución de los datos.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se compararon los factores asociados a hipotensión intradiálisis entre grupos por medio de prueba de t, Chi cuadrado, prueba exacta de Fisher, dependiendo de las variables. Se realizó un análisis multivariado por regresión logística asignando como variable dependiente la aparición de HID. Se seleccionó el modelo con mejor bondad de ajuste, que incluyera aquellas variables clínicas como edad, sexo, diabetes mellitus, ganancia de peso entre sesiones, tasas de UF por hora, presión arterial sistólica, presión diastólica, presión del pulso.

## Resultados

### Participantes

Ingresaron al estudio 112 pacientes. El diagrama de participantes se presenta en la figura 1.

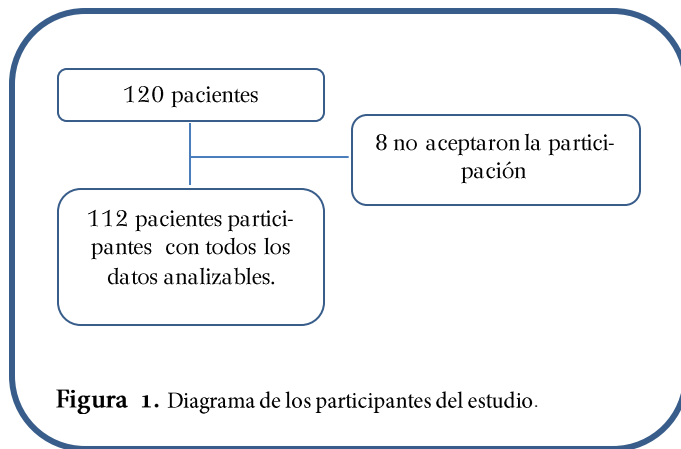


Figura 1. Diagrama de los participantes del estudio.

### Características de la población de estudio

Fueron 66 mujeres (59%). Edad de 57 años (RIC 42-67). Con un tiempo de permanencia en el programa de diálisis de 5 años (RIC 3-7). Pacientes con diabetes mellitus 48 casos (43%), con cardiopatía isquémica 6 casos (5.4%). El acceso vascular con fístula arterio venosa 58 casos (52%), con catéter tunelizado 37 casos (33 %) y catéter temporal 17 casos (15 %). La tabla 1 presenta las características clínicas descriptivas de la población.

Tabla 1. Características generales de la población estudiada.

Variable	n=112
Hemoglobina, (g/dL)	10.3 (9.0-11.3)
Albúmina, (g/dL)	3.6 (3.4-3.8)
Ferritina, (mg/dL)	68 (21-265)
Calcio, (mg/dL)	9.5 (8.9-9.9)
Fósforo, (mg/dL)	5.4 (3.7-6.8)
Sodio, (mEq/L)	138 (136-139)
Potasio, (mEq/L)	5.3 (4.5-5.6)
Urea- URR, (%)	74 (71-7)
Kt/V	1.6 (1.5-1.7)
Uso de eritropoyetina, (%)	55 (51%)
Uso de antihipertensivos, (%)	36 (31%)
PAM pre-diálisis, (mmHg)	97 ± 16
PAM post-diálisis, (mmHg)	94 ± 16
PP pre-diálisis (mmHg)	69 ± 22
PP post-diálisis (mmHg)	64 ± 20

\* ( ): mediana y rango intercuartil. ±: promedio y desviación estándar. PAM: presión arterial media. PP: presión de pulso.

### Hipotensión intradiálisis

En total fueron evaluadas 1344 sesiones de hemodiálisis, 12 sesiones por cada uno de los sujetos incluidos en el estudio. La prevalencia de HID fue de 73/1344 sesiones (5.4 %); 76 sujetos de la muestra no tuvieron eventos de hipotensión durante el periodo (68 %), 19, tuvieron un evento de hipotensión durante el periodo (17 %), 8 presentaron 2 eventos de hipotensión (7 %) y 9 tuvieron ≥ 3 eventos de hipotensión (8 %). En poco menos de la mitad de los eventos de HID los sujetos no reportaron síntomas 36/73 casos (49 %) aunque el cambio de presión arterial obligó a la modificación del tratamiento dialítico prescrito. Los síntomas más frecuentes fueron calambres 14/73 casos (18 %), lipotimia 3/73 casos (4 %) y náusea 2/73 casos (3 %). No se reportó ningún evento de hospitalización, trombosis del acceso vascular o muerte relacionada al evento de hipotensión. En la tabla 2 y figura 1, se resumen las características hemodinámicas, demográficas y de prescripción dialítica de cada una de las sesiones estudiadas; varias características clínicas fueron diferentes en el grupo HID comparadas con el grupo sin HID: estas fueron: edad avanzada ( $P=0.02$ ), sexo femenino ( $P=0.046$ ), la presencia de diabetes mellitus ( $P=0.04$ ), menor peso seco ( $P=0.012$ ), mayores tasas promedios de UF/hora ( $P<0.001$ ), mayores tasas promedios de UF ajustadas al peso seco ( $P<0.001$ ), menor presión diastólica pre-hemodiálisis ( $P=0.025$ ) y mayor presión del pulso pre-hemodiálisis ( $P<0.001$ ). No hubo diferencia estadísticamente significativa con otras variables, entre ellas el tiempo en diálisis, la presencia de fístula arterio-venosa, cardiopatía isquémica, presión sistólica, adecuación de diálisis, hemoglobina y otros valores bioquímicos.



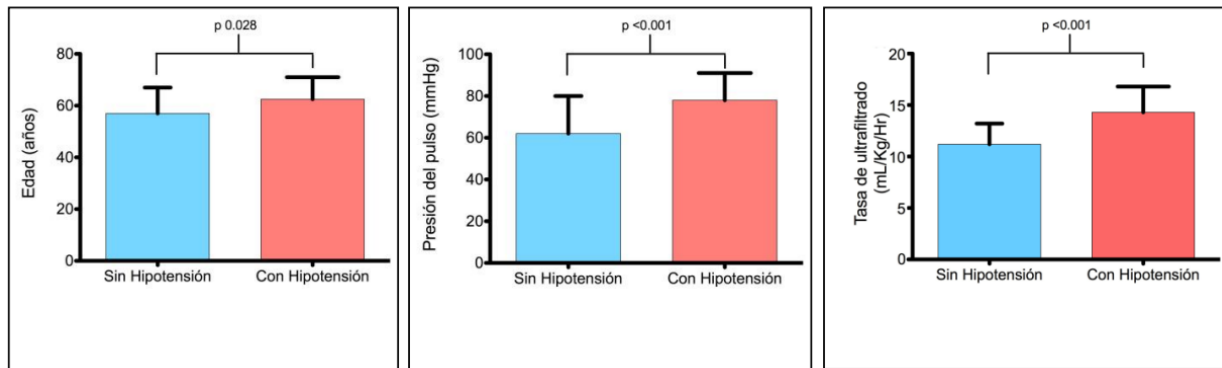


Figura 2. Gráfico de barras de la prevalencia de comorbilidades.

En la tabla 3 se muestra el mejor modelo del análisis multivariado utilizando regresión logística.

Tabla 2. Características clínicas de los grupos de estudio.

	Grupo sin HID n=1271	Grupo con HID n=74	P
Edad (Años)	57 (41-67)	63 (47-71)	0.028
Mujeres, n (%)	740 (59%)	52 (70%)	0.046
Tiempo en diálisis (Años)	5 (3-7)	5 (3-7)	0.40
Fístula arterio-venosa, n (%)	655 (52%)	35 (47%)	0.10
Diabetes, n (%)	555 (44%)	45 (61%)	0.004
Cardiopatía isquémica, n (%)	65 (5%)	7 (10%)	0.11
Peso seco, (Kg)	60 (54-70)	56 (53-66)	0.012
Tasa de UF (ml/hr)	671 ± 233	789 ± 214	<0.001
Tasa de UF (ml/kg/h)	10.9 ± 4	13.3 ± 3.6	<0.001
PS pre HD (mmHg)	144 (123-	151 (123-	0.075
PD pre HD (mmHg)	74 (67-85)	69 (51-77)	0.025
PAM pre HD (mmHg)	99 (87-108)	97 (82-107)	0.620
PP pre HD (mmHg)	65 (52-80)	77 (61-91)	<0.001
URR	74 (71-77)	74 (73-79)	0.21
Kt/V	1.6 (1.5-1.7)	1.6 (1.5-1.9)	0.40
Hemoglobina (g/dl)	9.9 (8.3-	9.3 (8.3-	0.25
Albumina (g/dl)	3.6 (3.3-3.8)	3.6 (3.5-3.8)	0.36
Ferritina (mg/dl)	66 (20-258)	41 (22-274)	0.86
Calcio (mg/dl)	9.5 (8.7-9.9)	9.4 (7.6-9.7)	0.052
Fósforo (mg/dl)	5.3 (3.7-6.8)	5.9 (3.3-6.8)	0.98
Potasio (mEq/L)	5.3 (4.5-5.5)	5.4 (4.4-5.7)	0.67
Sodio (mEq/L)	138 (136-	137 (135-	0.10

PS: presión sistólica. PD: Presión diastólica. PAM: presión arterial media. PP: presión de pulso. HD: hemodiálisis. URR: ratio de reducción de urea.

## Discusión

Este es el primer estudio que demuestra una asociación independiente entre el aumento de la presión de pulso pre-hemodiálisis y el desarrollo de eventos de HID; hasta el momento se conocía lo contrario [14], tomando en cuenta diferencias poblacionales con mayor prevalencia de diabetes mellitus en el presente estudio (43% vs 32%), un tiempo mediano prolongado de hemodiálisis (5 años) y, diferencias notables en las presiones arteriales entre poblaciones, con cifras sistólicas más elevadas y un menor uso de antihipertensivos (31% vs 70) en el presente estudio, comparado a lo que reporta Davenport [14].

El aumento de la presión de pulso refleja los cambios anatómicos que se presentan en la pared arterial con el envejecimiento al sustituirse las células musculares lisas y fibras de elastina por colágena, originando un aumento de la rigidez arterial y están estrechamente asociados a la calcificación vascular. Además la sobrecarga hídrica explica un incremento en las presiones arteriales sistólicas y una mayor amplitud del pulso previo a la sesión de hemodiálisis. La combinación edad, presión del pulso aumentada y una tasa de UF fueron los principales factores de riesgo para HID encontrados en el presente estudio. También aquí se describe que algunos pacientes tienen un riesgo incrementado de padecer HID en más del 25% de las sesiones durante un periodo. Consistentemente, además la presencia de diabetes mellitus, el aumento de la presión de pulso fue mayor en los pacientes con HID recurrente. En si la presencia de diabetes ya ha sido reconocida como un factor importante de HID [15], pero no se encuentran datos respecto a la presión de pulso. La diferencia entre la presión sistólica y diastólica pudiera agravar las alteraciones cardiovasculares pre-existentes; el incremento de la presión de pulso origina un aumento en la post-carga al final

**Tabla 3.** Regresión logística de las variables del estudio con respecto

Factor	OR	IC 95%	P
Edad (>57 Años)	1.029	1.01-1.05	0.008
Sexo Mujer	0.886	0.49-1.59	0.68
Termina el tratamiento con mayor peso seco.	0.994	0.99-0.99	<0.001
Presencia de diabetes mellitus	0.795	0.52-1.65	0.79
Tasa de UF >789 ml/hr	1.005	1.00-1.01	<0.001
PP pre-HD >77 mmHg	1.029	1.01-1.05	0.001
PAM pre-HD >	0.957	0.94-0.98	<0.001

PP: presión de pulso. PAM: presión arterial media. HD: hemodiálisis. UF: ultrafiltración.

de la sístole y disminuye la perfusión coronaria durante la diástole que conjuntamente con las alteraciones cardiovasculares como por ejemplo la hipertrofia ventricular izquierda, exacerba los eventos de HID [16]. Otros factores que pueden explicar el aumento en la presión del pulso en los pacientes con HID son los cambios en los perfiles de agentes vasoconstrictores y vasodilatadores que se producen intradiálisis. Algunos vasoconstrictores que aumentan durante la hemodiálisis son la Angiotensina II, la endotelina-1 y el tromboxano A2 [17], mientras que los vasodilatadores que aumentan son el inhibidor de la óxido nítrico sintetasa, la dimetilarginina asimétrica de endotelina-1 y la adenosina [18]. Por lo que podemos plantear que durante el procedimiento de hemodiálisis, los pacientes con HID presentan un predominio de la acción de los agentes vasodilatadores sobre los vasoconstrictores, los cuales provocan una caída en las resistencias periféricas y este puede reflejarse en presiones del pulso amplia que se mantiene en el tiempo y una presión de pulso más alta consecutiva al nuevo tratamiento.

Sobre la presencia de episodios de HID fue del 5.4%, similar a reportes en Europa [1]. Estado Unidos de América típicamente tiene episodios con mayor prevalencia de hasta el 17.2% [2]. Algunas diferencias de prevalencia se refieren a conceptos distintos para considerar la presencia de HID; en algunas series se informa solamente la disminución de la presión arterial, sin considerar la presencia de síntomas, o modificación en la prescripción de la UF.

El peso fue un factor protector para la presencia de HID, debido a que probablemente la ganancia interdialítica constante se atribuye a un mejor estado nutricional; además, es posible que los sujetos con mayor peso tengan un relleno vascular diferente a los pacientes con un menor peso. En este estudio, la tasa de ultrafiltrado en la hora previa a los eventos de hipotensión fue de  $13.3 \pm 3.6$  ml/kh/h, lo que coincide con el análisis publicado por Flythe [7], en la que la tasa  $>13$  ml/kg/h se asocia a riesgo de fallecer.

El presente estudio tiene las limitaciones propias de estudios observacionales; adicionalmente no se contó con la valoración ecocardiográfica para conocer la función ventricular, estudios que posiblemente deberán ser abordados en nuevos estudios futuros.

## Conclusiones

Los factores de riesgo asociados a eventos de HID fueron la edad, la tasa de ultrafiltración  $>13.3$  ml/kg/h y el aumento de la presión de pulso pre-hemodiálisis. La prevalencia de eventos de HID fue del 5.4%. No hubo asociación entre parámetros bioquímicos, adecuación de diálisis y la presencia de eventos de HID. La presencia de diabetes mellitus y mayor presión de pulso estuvieron asociadas a la presencia de eventos de HID en  $>25\%$  de las sesiones.

### Abreviaturas

HID: Hipotensión intradiálisis.

UF: Ultrafiltración.

## Información suplementaria

Materiales suplementarios no han sido declarados.

### Agradecimientos

No aplica.

### Contribuciones de los autores

Jesús Cisneros Carpintero: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Recursos, Software, Escritura – borrador original.

Ricardo Correa Rotter: Conceptualización, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción: revisión y edición.

Juan Carlos Ramírez Sandoval: Análisis formal, Validación, Redacción: revisión y edición.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

### Financiamiento

Los autores proveyeron los gastos de la investigación. Los estudios de laboratorio fueron parte de la actividad normal institucional y no fueron gastos sobreañadidos a la institución o a los pacientes.

### Disponibilidad de datos o materiales

Los conjuntos de datos generados y analizados durante el estudio actual no están disponibles públicamente debido a la confidencialidad de los participantes, pero están disponibles a través del autor correspondiente a pedido académico razonable.

## Declaraciones

### Aprobación del comité de ética y consentimiento para participar

No fue requerido.

### Consentimiento para publicación

No aplica cuando no se publican imágenes o fotografías del examen físico o radiografía/tomografías/resonancias de pacientes.

### Conflictos de interés

Los autores reportan no tener conflictos de interés.



## Información de los autores

Jesús Cisneros Carpintero, Médico Cirujano y Partero: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Especialista en Medicina Interna: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México. Especialista en Nefrología: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México. Certificado ante el Consejo Mexicano de Nefrología. Médico Nefrólogo de Medicina Santa Carmen, Santiago de Querétaro, México.

Ricardo Correa Rotter, Médico Cirujano por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Especialista en Medicina Interna y En nefrología y Metabolismo Mineral por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición

Salvador Zubirán y la Universidad de Minnesota. Certificado por consejos respectivos de especialidad y subespecialidad. Profesor titular de posgrado de Nefrología UNAM, ex-Secretario General de la Sociedad Mundial de Nefrología, ex-Presidente Sociedad Latinoamericana de Nefrología, ex-Presidente del Consejo Mexicano de Nefrología y del Instituto Mexicano de Investigaciones Nefrológicas. Jefe del Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México. Correo: ricardo.correar@incmsnz.mx

Juan Carlos Ramírez Sandoval: Especialidad Medicina Interna, Subespecialista en Nefrología. Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas. Médico con especialidades en Medicina Interna y Nefrología. Correo: carlos.ramirez@incmsnz.mx.

## Referencias

1. Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R, Mora-Macià J, Carreras J, et al.; ESHOL Study Group. High-efficiency postdilution online hemodiafiltration reduces all-cause mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 2013 Feb;24(3):487-97. DOI: 10.1681/ASN.2012080875. Epub 2013 Feb 14. Erratum in: *J Am Soc Nephrol*. 2014 May;25(5):1130. PMID: [23411788](#) PMCID: PMC3582206.
2. Sands JJ, Usvyat LA, Sullivan T, Segal JH, Zabetakis P, Kotanko P, Maddux FW, Diaz-Buxo JA. Intradialytic hypotension: frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome. *Hemodial Int*. 2014 Apr;18(2):415-22. DOI: 10.1111/hdi.12138. Epub 2014 Jan 27. PMID: [24467830](#).
3. Chang TI, Paik J, Greene T, Desai M, Bech F, Cheung AK, Chertow GM. Intradialytic hypotension and vascular access thrombosis. *J Am Soc Nephrol*. 2011 Aug;22(8):1526-33. DOI: 10.1681/ASN.2010101119. PMID: [21803971](#) PMCID: PMC3148707.
4. Burton JO, Jefferies HJ, Selby NM, McIntyre CW. Hemodialysis-induced cardiac injury: determinants and associated outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009 May;4(5):914-20. DOI: 10.2215/CJN.03900808. Epub 2009 Apr 8. PMID: [19357245](#) PMCID: PMC2676185.
5. Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M, Imai E. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2004 Sep;66(3):1212-20. DOI: 10.1111/j.1523-1755.2004.00812.x. PMID: [15327420](#).
6. Palmer BF, Henrich WL. Recent advances in the prevention and management of intradialytic hypotension. *J Am Soc Nephrol*. 2008 Jan;19(1):8-11. DOI: 10.1681/ASN.2007091006. PMID: [18178796](#).
7. Flythe JE, Kimmel SE, Brunelli SM. Rapid fluid removal during dialysis is associated with cardiovascular morbidity and mortality. *Kidney Int*. 2011 Jan;79(2):250-7. DOI: 10.1038/ki.2010.383. Epub 2010 Oct 6. PMID: [20927040](#) PMCID: PMC3091945.
8. Akhmouch I, Bahadi A, Zajjari Y, Bouzerda A, Asserraji M, Alayoud A, et al. Characteristics of intradialytic hypotension: experience of Agadir Center-Morocco. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2010 Jul;21(4):756-61. PMID: [20587892](#).
9. Rostoker G, Griuncelli M, Lorida C, Benmaadi A, Illouz E. Left-ventricular diastolic dysfunction as a risk factor for dialytic hypotension. *Cardiology*. 2009;114(2):142-9. DOI: 10.1159/000224776. Epub 2009 Jun 12. PMID: [19521079](#).
10. Giaime P, Carrega L, Fenouillet E, Mercier L, Gerolami V, Ruf J, et al. Relationship between A2A adenosine receptor expression and intradialytic hypotension during hemodialysis. *J Investig Med*. 2006 Dec;54(8):473-7. DOI: 10.2310/6650.2006.06005. PMID: [17169272](#).
11. Kurnatowska I, Nowicki M. Serum chromogranin A concentration and intradialytic hypotension in chronic haemodialysis patients. *Int Urol Nephrol*. 2006;38(3-4):701-5. DOI: 10.1007/s11255-005-0078-7. Epub 2006 Dec 11. PMID: [17160633](#).
12. Nakamoto M. The mechanism of intradialytic hypotension in diabetic patients. *Nihon Jinzo Gakkai Shi*. 1994 Apr;36(4):374-81. PMID: [8022110](#).
13. Selby NM, Burton JO, Chesterton LJ, McIntyre CW. Dialysis-induced regional left ventricular dysfunction is ameliorated by cooling the dialysate. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006 Nov;1(6):1216-25. DOI: 10.2215/CJN.02010606. Epub 2006 Oct 11. PMID: [17699351](#).
14. Davenport A, Cox C, Thuraisingham R. Achieving blood pressure targets during dialysis improves control but increases intradialytic hypotension. *Kidney Int*. 2008 Mar;73(6):759-64. DOI: 10.1038/sj.ki.5002745. Epub 2007 Dec 26. PMID: [18160959](#).
15. Klassen PS, Lowrie EG, Reddan DN, DeLong ER, Coladonato JA, Szczech LA, et al. Association between pulse pressure and mortality in patients undergoing maintenance hemodialysis. *JAMA*. 2002 Mar 27;287(12):1548-55. DOI: 10.1001/jama.287.12.1548. PMID: [11911757](#).
16. Foley RN, Curtis BM, Randell EW, Parfrey PS. Left ventricular hypertrophy in new hemodialysis patients without symptomatic cardiac disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010 May;5(5):805-13. DOI: 10.2215/CJN.07761109. Epub 2010 Apr 8. PMID: [20378644](#) PMCID: PMC2863966.
17. Kielstein JT, Böger RH, Bode-Böger SM, Schäffer J, Barbey M, Koch KM, Frölich JC. Asymmetric dimethylarginine plasma concentrations differ in patients with end-stage renal disease: relationship to treatment method and atherosclerotic disease. *J Am Soc Nephrol*





---

1999 Mar;10(3):594-600. DOI: 10.1681/ASN.V103594. PMID: [10073610](#).

18. El-Shafey EM, El-Nagar GF, Selim MF, El-Sorogy HA, Sabry AA. Is there a role for endothelin-1 in the hemodynamic changes during hemodialysis? Clin Exp Nephrol. 2008 Oct;12(5):370-375. DOI: 10.1007/s10157-008-0065-2. Epub 2008 Jun 21. PMID: [18568290](#).

DOI: Digital Object Identifier. PMID: PubMed Identifier.

---

## Nota del Editor

La REV SEN se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales sobre mapas publicados y afiliaciones institucionales.

---