

## Prevalencia de Hiperkalemia, factores de riesgo asociados y morbimortalidad en pacientes en Hemodiálisis

*Prevalence of hyperkalemia associated risk factors and morbidity and mortality in patients on hemodialysis*

Roatta Verónica <sup>1</sup>, Laham Gustavo <sup>2</sup>, Rodríguez Lina Marcela <sup>3</sup>, Abib Anabel <sup>4</sup>

### ABSTRACT

**Introduction:** Sudden death is the leading cause of death in patients with CKD on chronic hemodialysis (HD).

**Objective:** To evaluate the prevalence of hyperkalemia (HK) in patients treated with HD, the risk factors associated with its development, and to determine its association with all-cause mortality and cardiovascular mortality. **Materials and methods:** Retrospective cohort study including 153 HD patients. Serum K (potassium) was recorded from November 2020 for six months in a short interdialytic period. **Results:** The prevalence of HK (K>5.1) was 35.3% (n=54). When comparing hyperkalemic (HK) vs. normokalemic (NK) patients, we found significant age differences (61 vs. 68 years p: 0.013), time on dialysis (83 vs. 51 months p= 0.002), vascular access (AVF/prosthesis) (88.9 vs. 67.7% p= 0.016) and use of K chelators (20.4 vs. 4% p= 0.003), with a tendency to significance in the Charlson score (5 vs. 6 p= 0.07). In the multivariate analysis, the Charlson Score (OR: 1.36, CICI 1.19-1.55, p<0.001) and hospitalizations (OR: 5, CI 2.18-11.68, p<0.001) were associated with higher mortality, while HK remained as a protective factor (OR: 0.287, CI 0.124%E2%80%930.664 p: 0.004).

**Conclusion:** HK was associated with

lower age and Charlson scores than NK. HK was significantly associated with lower all-cause mortality.

**KEYWORDS:** Hemodialysis. End-stage chronic kidney disease. Hyperkalemia. Mortality.

### RESUMEN

**Introducción:** La muerte súbita es la principal causa de muerte en pacientes con ERC en hemodiálisis crónica (HD). **Objetivo:** Evaluar la prevalencia de hiperkalemia (HK) en los pacientes tratados con HD, los factores de riesgo asociados al desarrollo de la misma, y determinar su asociación con mortalidad de cualquier causa y mortalidad cardiovascular. **Materiales y métodos:** Estudio de cohorte retrospectiva. Se incluyeron 153 pacientes en HD. Se registró el K (potasio) sérico desde noviembre de 2020 durante 6 meses en periodo interdialítico corto. **Resultados:** La prevalencia de HK (K>5.1) fue de 35.3 % (n=54). Al comparar a los hiperkalémicos (HK) vs normokalémicos (NK) encontramos diferencias significativas en edad (61 vs 68 años p: 0.013), tiempo en diálisis (83 vs 51 meses p= 0.002), acceso vascular (FAV/prótesis) (88.9 vs 67.7% p= 0.016) y uso de quelantes del K (20.4 vs 4 % p= 0.003), con una

*Correspondencia:*  
Roatta Verónica  
ORCID:  
0009-0000-6552-7733  
residencia.nefro.cemic@gmail.com

*Financiamiento:*  
Ninguno.

*Conflicto de intereses:*  
Ninguno que declarar.

Recibido: 27-02-2023  
Corregido: 04-04-2023  
Aceptado: 15-05-2023

1) Sección de Nefrología, Departamento de Medicina Interna, Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC)

2) Sección de Nefrología, Departamento de Medicina Interna, Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC)

3) Servicio de Nefrología y Trasplante Renal. Hospital Universitario Austral.

4) Sección de Nefrología, Departamento de Medicina Interna, Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC)

tendencia a la significancia en el score de Charlson (5 vs 6  $p=0.07$ ). En el análisis multivariado el Score de Charlson (OR: 1.36, CICI 1.19-1.55,  $p<0.001$ ) y las hospitalizaciones (OR: 5, CI 2.18-11.68,  $p<0.001$ ), se asociaron a mayor mortalidad, mientras que la HK se mantuvo como un factor protector (OR: 0.287, CI 0.124–0.664  $p:0.004$ ). **Conclusión:** La HK se asoció con menor edad y score de Charlson respecto a los NK. La HK resultó se asoció en forma significativa con menor mortalidad de cualquier causa.

**PALABRAS CLAVE:** Hemodiálisis. Enfermedad renal crónica terminal. Hiperkalemia. Mortalidad.

## INTRODUCCIÓN

La muerte súbita es una de las principales causas de muerte en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en hemodiálisis (HD). Aproximadamente el 27% de las mismas son ocasionadas por arritmias, ocurriendo principalmente en el periodo interdialítico largo donde la acumulación de fluidos, toxinas urémicas y potasio (K) es mayor <sup>(1)</sup>. Según el Registro Argentino de Diálisis Crónica, al 2020 la tasa de mortalidad total en HD fue de 20.35 pacientes por cada 100 pacientes/año de exposición y la mortalidad cardiovascular representó el 38% (2342 pacientes) <sup>(2)</sup>.

La definición de hiperkalemia (HK) varía entre los diferentes análisis. Los rangos más usados para definir HK son 5.5–5.9, 6.0–6.4 y 6.5 mmol/L, para leve, moderada y severa respectivamente, aunque algunos toman como punto de corte inicial un K plasmático mayor a 5 meq/L. (5) Según el grupo del estudio Dialysis Outcome and Practice Patterns Study (DOPPS) la prevalencia en diálisis de HK moderada (K: 5,1-6 mEq/l) es del 31% y grave (K > 6 mEq/l) del 8% <sup>(4-1)</sup>.

Grandes estudios de cohorte internacionales han observado la relación que existe entre la HK y la mortalidad en pacientes en HD. El más conocido fue el Estudio DOPPS, un estudio multicéntrico con varias fases orientado a evaluar la eficacia de las diferentes medidas terapéuticas en HD <sup>(1)</sup>. Sin embargo, encontramos pocos estudios de cohorte realizados sobre población local.

## OBJETIVO

Nuestro objetivo fue evaluar la prevalencia de hiperkalemia en los pacientes tratados con

hemodiálisis, los factores de riesgo asociados al desarrollo de la misma, y determinar su asociación con mortalidad de cualquier causa y mortalidad cardiovascular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño de estudio y población:

Estudio de cohorte retrospectiva y observacional de un único centro realizado en una unidad de diálisis de Buenos Aires, Argentina. Un total de 153 pacientes en HD se incluyeron en el estudio. Se registró el K sérico desde noviembre del 2020 durante 6 meses en periodo interdialítico corto, tomando como valor de referencia al promedio de todas las mediciones de K. Se analizaron datos demográficos, tiempo en diálisis, uso de quelantes de K, concentración de K en el dializado, score de Charlson (validado para insuficiencia renal crónica terminal) a noviembre del 2020, eventos cardiovasculares, internaciones y muertes hasta mayo del 2022. La población se dividió en 2 grupos de acuerdo al K, con un valor de corte de 5.1 meq/l (límite superior de lo normal según nuestro laboratorio) en normokalémico (NK) e hiperkalémicos (HK). Los datos fueron extraídos de la base de datos de diálisis y los parámetros de laboratorio se tomaron de los controles mensuales realizados por el centro de diálisis.

### Análisis estadístico:

Las variables cualitativas se describieron usando porcentaje y valor absoluto; las cuantitativas con media, mediana y su respectivo desvío estándar o rango intercuartil (25-75%) según correspondiera. Para comparar variables cualitativas usamos chi cuadrado, para variables cuantitativas T de Student o Mann Whitney para variables con distribución normal o anormal respectivamente. El test de Kaplan-Meier y Log rank test se utilizaron para analizar la mortalidad entre los grupos de HK y NK. Realizamos un análisis univariado para ver qué variables se asociaban a muerte. Finalmente, aquellas variables significativas en dicho análisis fueron incluidas en una regresión logística multivariada de Cox. El procesamiento de datos se realizó en el programa SPSS 25, manteniendo el anonimato de los pacientes según las normativas vigentes.

## RESULTADOS

Se recabaron datos de 153 pacientes que se encontraban realizando terapia de sustitución

renal por HD a noviembre del 2020. En lo que respecta a las características basales, la edad media fue  $65.8 \pm 16$  años, el 67.3% fueron hombres. La prevalencia de HK fue de 35.29%. La mediana de tiempo en diálisis fue de 57 (37-111) meses, 85% se encontraban realizando hemodiafiltración en línea de alto volumen (HDF) y el 75% dializaban con concentrados de potasio menores a 2.5 meq/L. El 19.6 % de los sujetos eran diabéticos y la mediana del score de Charlson fue de 6 <sup>(4-8)</sup>. Las características basales de la población se resumen en la (Tabla 1).

Al comparar a los pacientes HK (n=54) vs NK(n=99) encontramos diferencias significativas en edad (61 vs 68 años  $p=0.013$ ), tiempo en diálisis (83 vs 51 meses  $p=0.002$ ), acceso vascular (FAV/prótesis) (88.9 vs 67.7%  $p=0.016$ ) y uso de quelantes del K ( $20.4$  vs  $4\%$   $p=0.003$ ), con una tendencia a la significancia a favor de los NK en el score de Charlson (5 vs 6  $p=0.07$ ) (Tabla 1).

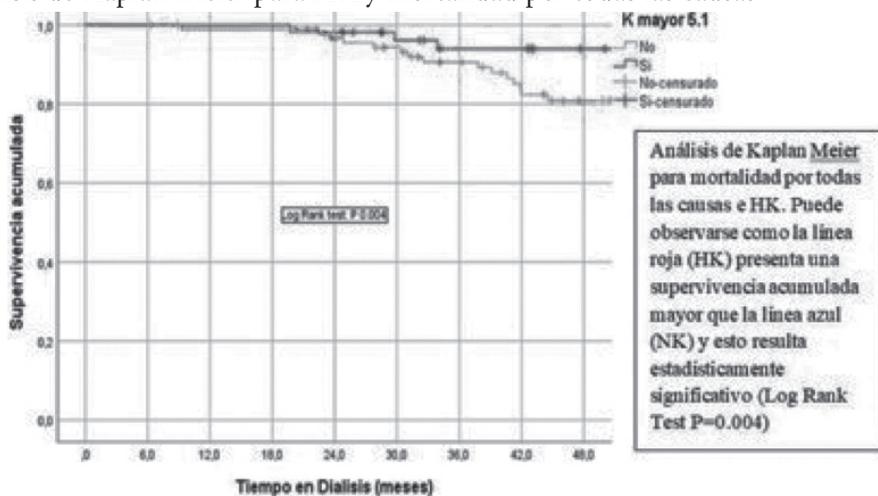
En el análisis de Kaplan-Meier, los pacientes HK tuvieron menor mortalidad total (Log Rank Test:  $P=0.004$ ) (Figura 1).

**Tabla 1:** Características basales de la población estudiada

Variable	Todos n=153	NK n=99	HK n=54	P
Edad (años)	65.8 ± 16	68 ± 16	61 ± 15	0.013
Sexo masculino (%)	67.3	68.7	64.8	0.71
HDF (%)	85	81.8	90.7	0.15
Tiempo en diálisis (meses)	57 (34-111)	51,7 (32-97)	83 (43-202)	0.002
Diabetes (%)	19.6	21.2	16.7	0.16
Score de Charlson	6 (4-8)	6 (5-9)	5 (3-8)	0.071
Arritmia Previa (%)	19	18.2	20.4	0.74
IMC	27 ± 17	25.9 ± 5	25.1 ± 4	0.31
K (meq/L)	4.8 ± 0.6	4.4 ± 0.37	5.4 ± 0.32	<0.0001
KTV	1.60 ± 0.42	1.57 ± 0.45	1.67 ± 0.34	0.19
Hb (g/dl)	11 ± 1.5	11 ± 1.5	11 ± 1.5	0.84
Concentrado Menor a 2.5 meq/L (%)	74.5	76.8	70.4	0.386
Creatinina (mg/dl)	8.3 (6.7-10.8)	7.4 (6.2-10.4)	9.1 (7.7-11)	0.010
Albúmina (g/l)	3.8 ± 0.4	3.8 ± 0.5	4.0 ± 0.3	0.004
Quelante de Potasio (%)	9.8	4	20.4	0.003
FAV/Prótesis (%)	75.16	67.7	88.9	0.016
Hospitalizaciones (%)	77 (50.32)	49.5	51.9	0.78
Hospitalizaciones de causa CV (%)	32.9	35.3	28.6	0.54

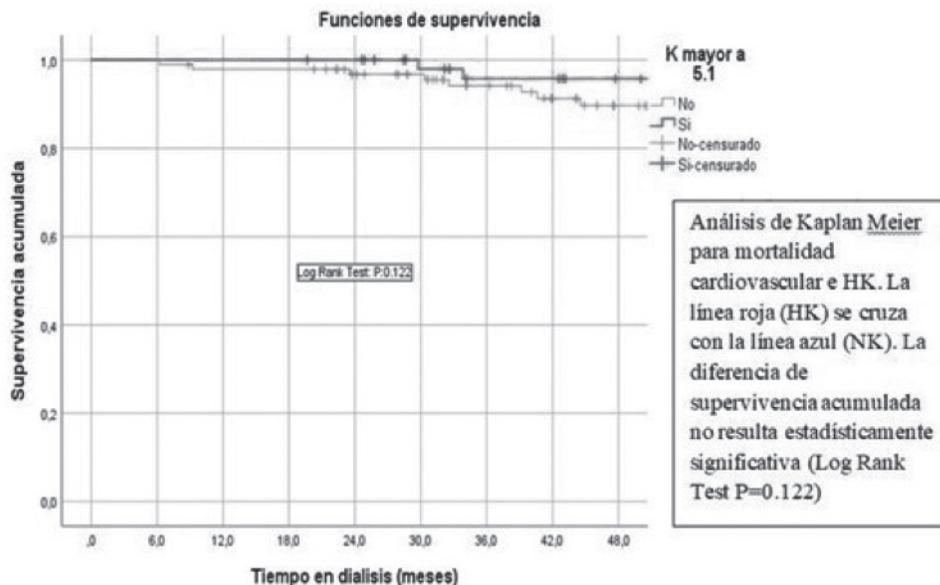
HDF (Hemodiafiltración en línea de alto volumen), IMC (índice de masa corporal), K (potasio), FAV (fistula arterio-venosa).

**Figura 1:** Análisis de Kaplan-Meier para HK y mortalidad por todas las causas



Sin embargo, no se observó disminución de la mortalidad cardiovascular en HK (Log Rank Test: P=0.122) (Figura 2).

**Figura 2: Análisis de Kaplan-Meier para HK y mortalidad CV**



En el análisis multivariado, el Score de Charlson (OR 1.36 CI 1.19-1.55, p< 0.001) y las hospitalizaciones (OR 5,05 CI 2.18-11.68, p<0.001), se asociaron a mayor mortalidad por

todas las causas mientras que la HK fue un factor protector (OR 0.287 CI 0.124 – 0.664, p=0.004) (Tabla 2).

**Tabla 2:** Análisis multivariado para mortalidad por todas las causas

Variable	UNIVARIADO		MULTIVARIADO	
	OR (CI)	P	OR (CI)	p
Score de Charlson	1.34(1.19-1.51)	<0.0001	1.36 (1.19-1.55)	<0.001
Hospitalización	4.25(1.95-9.26)	<0.0001	5.05 (2,18-11.68)	<0.001
K>5.1 meq/L	0.35(0.16-0.74)	0.006	0.29 (0.12-0.66)	0.004

En esta tabla se presentan los OR (Odds Ratios) de las variables que resultaron significativas estadísticamente para mortalidad por todas las causas en el análisis univariado y multivariado: Score de Charlson, hospitalizaciones e HK.

Por otro lado, la HK no se asoció con mortalidad cardiovascular (OR 0.46 P=0.21) (Tabla 3).

En esta tabla se presentan los OR (Odds

Ratios) de las variables que resultaron significativas estadísticamente para mortalidad cardiovascular en el análisis univariado y multivariado: Score de Charlson y hospitalizaciones. Se destaca que, la HK no alcanzó significancia estadística.

**Tabla 3:** Análisis multivariado para mortalidad cardiovascular en HK

Variable	UNIVARIADO		MULTIVARIADO	
	OR (CI)	P	OR (CI)	p
K>5.1 meq/L	0.52(0.18-1.53)	0.55	0.46 (0.13-1,54)	0.21
Hospitalizaciones	7.42(2.08-26.4)	0.002	4.9 (1.36 - 17.62)	0.015
Score de Charlson	1.26(1.06-1.50)	0.009	1.39 (1.14-1.7)	0.001

Cuando se analizaron las variables predictoras de HK (K>5.1 meq/L) por medio de regresión logística, el acceso vascular (prótesis/FAV), tiempo

en diálisis y uso de quelantes del potasio, resultaron estadísticamente significativos (**Tabla 4**).

**Tabla 4:** Predictores de hiperkalemia mayor a 5.1 meq/L

Variable	OR (IC)	p
<b>Acceso vascular, referencia: FAV/protesis</b>	0.34(0.12-0.97)	0.04
<b>Tiempo en diálisis (años)</b>	1(1-1.01)	0.01
<b>Quelante del potasio</b>	5.7(1.57-20.69)	0.008

Las variables destacadas en esta tabla se asociaron a mayor probabilidad de presentar HK mayor a 5.1 meq/L.

Es importante remarcar, que edad y comorbilidades no fueron incluidas en el análisis multivariado debido a que forman parte del score de Charlson.

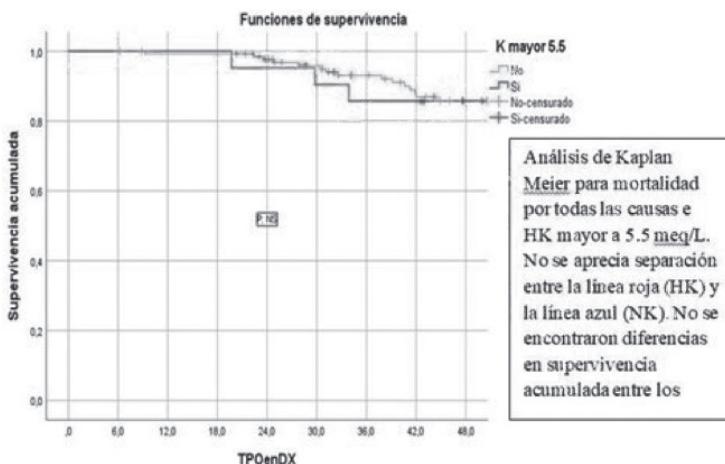
Tomando como punto de corte un valor de 5.5 meq/L, la prevalencia de hiperkalemia fue de 13.7%, sin embargo, la relación con mortalidad total no fue significativa tanto en el análisis univariado (**Figura 3**) como en el multivariado (OR 0.99 CI 0.39-2.52, p=0.99) (**Tabla 5**).

**Tabla 5:** Análisis multivariado para mortalidad por todas las causas en HK>5.5 meq/L

Variable	OR (CI)	p
<b>Charlson-Score</b>	1.33 (1.16-1.54)	<0.001
<b>Diuresis residual</b>	1 (1 - 1.01)	0.26
<b>Hospitalizaciones</b>	4.43 (1.89-10.39)	0.001
<b>KTV promedio</b>	1.82 (0.78-4.25)	0.16
<b>Tipo de acceso vascular</b>	1.66 (1,15-2.38)	0.06
<b>K&gt;5.5 meq/L</b>	0.99 (0.39-2.52)	0.99

Análisis univariado y multivariado para mortalidad por todas las causas en HK mayor a 5.5 meq/L. Se asociaron significativamente a mayor mortalidad: Score de Charlson, hospitalizaciones y tipo de acceso vascular (catéter)

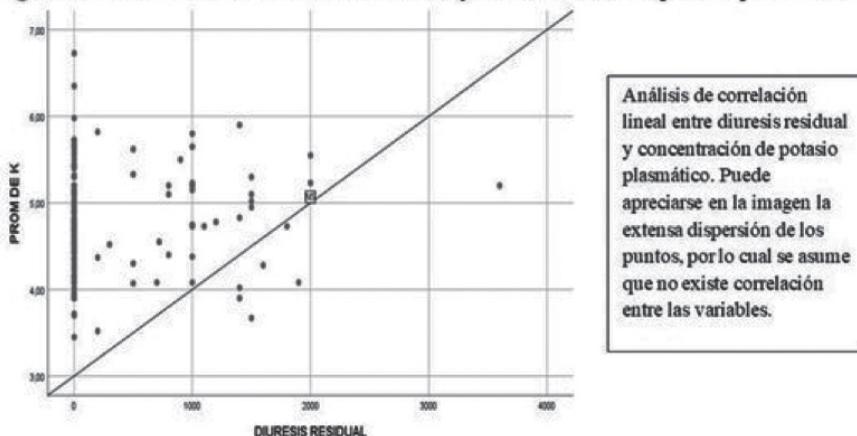
**Figura 3.** Análisis de Kaplan-Meier para HK >5.5 meq/L y mortalidad por todas las causas



Finalmente se analizó si existía correlación entre el promedio de las concentraciones plasmáticas de

K halladas y la diuresis residual, la cual resultó no significativa (**Figura 4**).

**Figura 4: Correlación entre diuresis residual y concentración de potasio plasmático.**



## DISCUSIÓN

La prevalencia de HK en nuestro centro fue elevada respecto a otros reportes donde ronda entre un 25 y 30%, si bien el valor de corte tomado fue menor (5.1 meq/L). La HK fue definida en nuestro estudio como el promedio del potasio plasmático en 6 meses mayor a 5.1 meq/L y resultó ser un predictor de menor mortalidad en el análisis multivariado. Estos resultados son opuestos a los observados en los estudios descritos con anterioridad. Por ejemplo, el antedicho proyecto DOPSS en un subanálisis sobre 45.511 pacientes demostró que, ajustando por variables confundidoras (albúmina, creatinina, tasa de catabolismo proteico normatizado, edad, sexo, tiempo en diálisis, fósforo, tipo de acceso vascular), el grupo con  $K > 5.6$  meq/L presentó mayor mortalidad total: HR 1.13 (1.06–1.20). Por otro lado, aquellos sujetos con K mayor a 6 meq/L tuvieron mayores chances del punto final compuesto por (Muerte súbita u hospitalización por arritmia) en el análisis ajustado: HR 1.21 (1.05–1.38) <sup>(1)</sup>. Sobre la misma población del DOPSS, un estudio más reciente evaluó la relación entre los picos de K mensuales registrados en los 4 meses previos y la mortalidad por todas las causas, hospitalizaciones y un resultado (outcome) CV compuesto (mortalidad CV y hospitalizaciones) durante los 4 meses posteriores, obteniendo resultados similares con un valor de corte menor (5.1 meq/L). La mortalidad por todas las causas en comparación con el grupo de referencia (pico de hasta 5 meq/L) expresada en HR y ajustada por

variables nutricionales y demográficas fue mayor en los grupos de mayor K: HR=1.33 (CI 1.23, 1.43) para pico de K  $> 6.0$  meq/L, HR=1.19 (CI 1.12, 1.26) para pico de K entre 5.6–6.0 meq/L y HR=1.15 (1.09, 1.21) para el pico de K 5.1–5.5 meq/L <sup>(3)</sup>. Sobre otra población de 36.888 pacientes en hemodiálisis, usando los registros de “United States Renal Data System” (USRDS) entre el 2007 y 2010, un estudio de cohorte retrospectivo evidenció una prevalencia anual de hiperkalemia entre 16.3 y 16.8 eventos cada 100 pacientes año, siendo entre 58.7 y 62.9 vs 26.2 y 28.8 en el periodo interdialítico largo vs el periodo interdialítico corto respectivamente. El HR ajustado para mortalidad total fue de 1.13 (CI 1.01-1.28,  $p = 0.04$ ) para K  $> 5.7$  meq/L, 1.29 (CI 1.12-1.50,  $p < 0.001$ ) para K  $> 5.9$  y 1.37 (CI 1.13-1.62,  $p < 0.001$ ) para K  $> 6$  meq/L. Sin embargo, sólo se encontró una relación positiva entre mortalidad cardiovascular e hiperkalemia en el análisis univariado para K  $> 6$  meq/L HR 1.29 (CI 1.01-1.66,  $p = 0.04$ ) <sup>(6)</sup>. La misma relación entre mortalidad en diálisis e hiperkalemia se observó en una cohorte retrospectiva de veteranos en US entre el 2007 y 2015, donde se evaluó la variabilidad en los registros de kalemia durante los 3 años anteriores al ingreso a diálisis y posteriormente la mortalidad total y por causa cardiovascular los 6 meses posteriores de iniciar tratamiento sustitutivo, encontrándose que los cuartiles de mayor variabilidad (0.31-0.41, 0.41-0.52 y mayor a 0.52) se asociaban a mayor mortalidad por todas

las causas en el análisis multivariado, no así con mortalidad cardiovascular <sup>(7)</sup>. Recientemente una revisión sistemática que reunió 120 estudios observacionales evidenció que la mortalidad por HK en diálisis fue de un 4% (rango: 0–12.5%), incluyendo ambas causas, mortalidad total y cardiovascular <sup>(5)</sup>.

Una posible explicación para la discordancia con nuestros hallazgos, donde encontramos que la HK resulta ser un factor protector, es que la HK predominó en población joven, con mejores niveles de albúmina y creatinina y por ende, mejor estatus nutricional. Los pacientes con NK, tendieron a tener mayor edad, mayor score de Charlson, peores parámetros nutricionales y mayor uso de catéteres. La HK tampoco se relacionó con la mortalidad cardiovascular en nuestros pacientes, aun cuando se reanalizaron los datos con un valor de corte de 5.5 meq/L. Contrariamente a lo esperado, no se encontró correlación entre la diuresis residual y el riesgo de presentar HK. Es conocida la relación que hay entre función renal residual (FRR) medida como volumen urinario residual y clearance residual de urea (CRU) con el mejor control del volumen y la HTA, menor respuesta inflamatoria sistémica y requerimiento de eritropoyetina y mejor aclaramiento de pequeños solutos, entre ellos el potasio y el fósforo. Un estudio de corte transversal realizado en un centro en 71 pacientes se determinó la relación entre el CRU y diferentes variables en HD. Se observó que aquellos pacientes con CRU mayor a 2 tuvieron menores valores de K que aquellos con CRU menor a 1 (4.4 vs 4.9,  $p=0.028$ ) <sup>(8)</sup>. No hubo diferencias con respecto al uso de concentrados de diálisis entre ambas poblaciones. La evidencia actual demuestra que la concentración de potasio en el baño de diálisis no es un factor de riesgo para HK, aunque concentrados muy bajos (menos de 2 meq/L) pueden producir cambios de concentración muy marcados y favorecer las arritmias en el periodo interdialítico <sup>(1)</sup>. El uso de quelantes del potasio, principalmente el poliestiren sulfato de calcio (RIC Calcio), fue significativamente mayor en el grupo con HK.

La fortaleza de nuestro estudio radica en que analiza una muestra de población local, con registro de datos protocolarmente cargados en un sistema de historia clínica electrónica y base de datos utilizado para todos los pacientes en el centro de diálisis. Asimismo, la toma de datos se realizó en forma longitudinal, tratándose de un

estudio de cohorte y no de corte transversal lo que permite evaluar mejor la asociación entre los hechos descritos. Las limitaciones son inherentes al mismo modelo observacional, presentando un sesgo de información inevitable por la omisión de ciertos datos en las historias clínicas, tales como registro exhaustivo de toda la medicación tomada por el paciente. También resulta limitante el hecho de que se trate de un estudio unicéntrico con un número pequeño de pacientes y que las muestras de K plasmático hayan sido tomadas durante el período interdialítico corto, contrariamente a lo abordado en la literatura.

## CONCLUSIÓN

La prevalencia de HK es elevada en nuestra población tomando en cuenta un valor de corte de K de 5.1. La HK se asoció a menor mortalidad por todas las causas, probablemente debido a la menor edad, mejor estatus nutricional de los pacientes y menor comorbilidad. Los hallazgos encontrados en nuestro estudio deben ser confirmados por un estudio de mayor envergadura que reúna varios centros de diálisis Argentina.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Karaboyas A, Zee J, Brunelli SM, Usvyat LA, Weiner DE, Maddux FW, Nissenson AR, Jadoul M, Locatelli F, Winkelmayer WC, Port FK, Robinson BM, Tentori F. Dialysate Potassium, Serum Potassium, Mortality, and Arrhythmia Events in Hemodialysis: Results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis.* 2017 Feb;69(2):266-277. doi: 10.1053/j.ajkd.2016.09.015. Epub 2016 Nov 17. PMID: 27866964; PMCID: PMC5520979.
- 2) Registro Argentino de Diálisis Crónica 2020 Informe 2021-Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI) *Sociedad Argentina de Nefrología (SAN)*
- 3) Angelo Karaboyas, Bruce M Robinson, Glen James, Katarina Hedman, Carol P Moreno Quinn, Patricia De Sequera, Kosaku Nitta, Roberto Pecoits-Filho, Hyperkalemia excursions are associated with an increased risk of mortality and hospitalizations in hemodialysis patients, *Clinical Kidney Journal*, Volume 14, Issue 7, July 2021, Pages 1760–1769, <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa208>
- 4) María Jesús Puchades, José Luis Górriz. Epidemiología de la hiperpotasemia. *Sociedad Española de Nefrología. Revista Nefrología.* Monogr. Nefrol. 2019;1(1):3-9.

- 5) Bem D, Sugrue D, Wilding B, Zile I, Butler K, Booth D, Tafesse E, McEwan P. The effect of hyperkalemia and long inter-dialytic interval on morbidity and mortality in patients receiving hemodialysis: a systematic review. *Ren Fail.* 2021 Dec;43(1):241-254. doi: 10.1080/0886022X.2020.1871012. PMID: 33478329; PMCID: PMC7833048.
- 6) Yusuf AA, Hu Y, Singh B, Menoyo JA, Wetmore JB. Serum Potassium Levels and Mortality in Hemodialysis Patients: A Retrospective Cohort Study. *Am J Nephrol.* 2016;44(3):179-86. doi: 10.1159/000448341. Epub 2016 Sep 3. PMID: 27592170.
- 7) Dashputre AA, Potukuchi PK, Sumida K, Kar S, Obi Y, Thomas F, Molnar MZ, Streja E, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP. Predialysis Potassium Variability and Postdialysis Mortality in Patients With Advanced CKD. *Kidney Int Rep.* 2021 Jan 14;6(2):366-380. doi: 10.1016/j.ekir.2020.11.022. PMID: 33615062; PMCID: PMC7879127.
- 8) Erdoğan, Halil & Kara, Fatih. (2019). Residual Kidney Function in Hemodialyzed Patients and Related Factors. *Erciyes Tıp Dergisi.* 41. 327-332. 10.14744/etd.2019.22230.