



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v9i1

RELACIÓN ENTRE HIPERKALEMIA Y ALTERACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA KDIGO V SIN TRATAMIENTO SUSTITUTIVO

**RELATIONSHIP BETWEEN HYPERKALEMIA
AND ELECTROCARDIOGRAPHIC ALTERATIONS IN
KDIGO V CHRONIC KIDNEY DISEASE WITHOUT
REPLACEMENT TREATMENT**

Enrique Antonio Tlacaelel Valencia Rueda

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Laura Serrano Vértiz

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Beatriz Tlatelpa Romero

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Gregoria Lucia Cisneros-Díaz

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Nancy Vianey Díaz Rodríguez

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16623

Relación entre Hiperkalemia y Alteraciones Electrocardiográficas en Enfermedad Renal Crónica KDIGO V sin Tratamiento Sustitutivo

Enrique Antonio Tlacaolet Valencia Rueda¹enrique.valencia9760041@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-7912-7368>
Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Laura Serrano Vértiz**lavz314@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-0114-8722>
Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Beatriz Tlatelpa Romero**beatlarom@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4080-2975>
Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Gregoria Lucia Cisneros Díaz**lucyernega@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0380-3688>
Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Nancy Vianey Díaz Rodríguez**nvdr.tt@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7811-8656>
Instituto Mexicano del Seguro Social
México

RESUMEN

Introducción: la hiperkalemia puede causar alteraciones electrocardiográficas, principalmente en onda T, ensanchamiento del QRS y bloqueos AV, por lo que es vital su adecuada identificación. **Objetivo:** determinar la relación entre hiperkalemia y las alteraciones electrocardiográficas en enfermedad renal crónica KDIGO V sin tratamiento sustitutivo. **Materiales y métodos:** estudio retrospectivo, unicéntrico, descriptivo, observacional; donde se incluyeron pacientes mayores de 18 años que ingresaron al Hospital General de Zona No. 23 que cumplieran con los criterios de inclusión. **Resultados:** de 120 pacientes estudiados, se observó que 60.8% fueron hombres y 39.2% mujeres, asociado en 69.2% a diabetes tipo 2 y en 62.5% con hipertensión arterial, con una media de 7.22 mEq (DE \pm 1.46) de potasio. Detectando una evolución superior de los 12 meses en un 54% (n=54) los cuales mostraron alteraciones electrocardiográficas. Mediante la aplicación de la prueba estadística de Chi cuadrada de Pearson, observamos una relación entre la hiperkalemia y los bloqueos AV (7.83), igual que entre la hiperkalemia y la alteración del QRS (17.25), finalmente las alteraciones de la onda T (47.77). Finalmente se encontró una relación positiva entre la hiperkalemia y las alteraciones electrocardiográficas (p=0.05). **Conclusiones:** Los pacientes que cursaron con hiperkalemia sí presentaron alteraciones en el EKG.

Palabras clave: potasio, cambios electrocardiograficos, enfermedad renal crónica

¹ Autor principal.

Correspondencia: enrique.valencia9760041@gmail.com

Relationship Between Hyperkalemia and Electrocardiographic Alterations in KDIGO V Chronic Kidney Disease Without Replacement Treatment

ABSTRACT

Introduction: hyperkalemia can cause electrocardiographic alterations, mainly in the T wave, widening of the QRS and AV blocks, so its proper identification is vital. **Objective:** to determine the relationship between hyperkalemia and electrocardiographic alterations in KDIGO V chronic kidney disease without replacement treatment. **Materials and methods:** retrospective, single-center, descriptive, observational study; where patients over 18 years of age who were admitted to the General Hospital of Zone No. 23 who met the inclusion criteria were included. **Results:** of 120 patients studied, it was observed that 60.8% were men and 39.2% women, associated in 69.2% with type 2 diabetes and in 62.5% with arterial hypertension, with an average of 7.22 mEq (SD \pm 1.46) of potassium. Detecting a superior evolution of the 12 months in 54% (n=54) which showed electrocardiographic alterations. By applying the Pearson Chi square statistical test, we observed a relationship between hyperkalemia and AV blocks (7.83), as well as between hyperkalemia and QRS alteration (17.25), finally T wave alterations (47.77).). Finally, a positive relationship was found between hyperkalemia and electrocardiographic alterations (p=0.05). **Conclusions:** Patients who had hyperkalemia did present alterations in the EKG.

Keywords: potassium, electrocardiographic changes, chronic kidney disease

*Artículo recibido 18 diciembre 2024
Aceptado para publicación: 20 enero 2025*



INTRODUCCIÓN

El potasio (K^+) es el principal catión intracelular del cuerpo humano, donde el 98% de su concentración se encuentra en el interior de las células, particularmente en los músculos, mientras que solo el 2% circula en el espacio extracelular. La homeostasis del potasio es esencial para mantener el potencial de reposo de las membranas celulares, lo cual es crucial para el funcionamiento normal del corazón, los músculos y el sistema nervioso (1). La hiperkalemia, definida por niveles elevados de potasio en sangre (más de 5.0 mEq/L), es una condición grave que puede resultar en consecuencias fatales si no se maneja adecuadamente. Entre los factores de riesgo para desarrollar hiperkalemia se incluyen la enfermedad renal crónica (ERC), la insuficiencia cardíaca (IC) y la diabetes, especialmente en pacientes que reciben inhibidores del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) (2).

El potasio corporal se distribuye principalmente en los tejidos musculares, el hígado, los eritrocitos y en menor cantidad en el plasma y los líquidos extracelulares. La regulación del potasio depende de varios mecanismos fisiológicos, entre los cuales destaca la excreción renal, que se ajusta a las necesidades del cuerpo, alcanzando una tasa de excreción mínima de 5 mEq/día en situaciones de deficiencia. Además, el potasio es filtrado libremente por el glomérulo renal y la mayor parte es reabsorbido en el túbulo proximal y el asa de Henle. La secreción de potasio ocurre principalmente en el túbulo distal y el conducto colector cortical, donde las células principales son cruciales para la regulación de su concentración (7). La excreción de potasio también está influenciada por factores como la aldosterona, el flujo urinario y el suministro de sodio en la nefrona distal (9).

Aunque la hiperkalemia es relativamente infrecuente en la población general, su incidencia varía dependiendo de los umbrales utilizados para su diagnóstico. En pacientes hospitalizados, la incidencia ha sido reportada entre el 3.5% y el 4.9%, dependiendo de la definición adoptada para los niveles elevados de potasio. Factores como el monitoreo frecuente y las condiciones subyacentes de los pacientes, como la ERC, diabetes y enfermedades cardíacas, incrementan la probabilidad de que se detecten casos de hiperkalemia (11, 12).

Los factores de riesgo para desarrollar hiperkalemia incluyen enfermedades como la insuficiencia renal crónica y la insuficiencia cardíaca (14).



Además, el uso de ciertos medicamentos, como inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA), bloqueadores beta, heparina y diuréticos ahorradores de potasio, también puede aumentar el riesgo de hiperkalemia (15). La hiperkalemia también está asociada con otras condiciones como insuficiencia suprarrenal, acidosis tubulorrenal tipo IV, hemólisis, y ciertos estados de destrucción celular (15).

La enfermedad renal crónica (ERC) es una condición caracterizada por la presencia de alteraciones renales durante al menos tres meses, que se manifiestan por una disminución del filtrado glomerular (FG) y otros marcadores de daño renal. En estos pacientes, la regulación de potasio puede verse afectada, incrementando el riesgo de hiperkalemia. La clasificación de la ERC depende de la tasa de filtración glomerular (TFG) y de la presencia de albuminuria, con el objetivo de determinar el grado de compromiso renal y las opciones de tratamiento (3).

La hiperkalemia puede ser asintomática o presentarse con síntomas como debilidad muscular, parestesias, y anomalías en la conducción cardíaca. La parálisis y las arritmias cardíacas graves pueden resultar de los efectos de la hiperkalemia en el corazón, donde el aumento de la concentración de potasio extracelular afecta el potencial de acción de las células miocárdicas (16). En el electrocardiograma (ECG), los cambios típicos incluyen el aumento de la amplitud de la onda T, la prolongación del intervalo PR, la pérdida de las ondas P, y la eventual aparición de un patrón de onda sinusoidal, lo que puede culminar en asistolia (18).

El tratamiento de la hiperkalemia se basa en tres estrategias principales: eliminación del exceso de potasio, redistribución del potasio hacia el interior celular y estabilización de la membrana miocárdica. Eliminación: Los diuréticos de asa y la diálisis son opciones para aumentar la excreción de potasio en pacientes con función renal comprometida. En casos de hiperkalemia aguda y persistente, la consulta con un especialista en nefrología es esencial (23).

Redistribución: Agonistas beta-2 como el albuterol y la administración de insulina con dextrosa ayudan a mover el potasio fuera del espacio extracelular hacia el interior celular (24). El bicarbonato de sodio también ha sido utilizado para promover la entrada de potasio en las células, aunque su eficacia ha sido cuestionada en ciertos estudios (25, 26).



Estabilización de la membrana: El gluconato de calcio intravenoso se administra para contrarrestar los efectos de la hiperkalemia en el ECG y estabilizar la excitabilidad de las células miocárdicas (24).

Diversos estudios han analizado la relación entre la hiperkalemia y las alteraciones electrocardiográficas. Un estudio realizado por Montague en 2018 con pacientes mayores de 65 años mostró que el 48% de los pacientes con hiperkalemia y ERC presentaron cambios en su ECG, aunque los criterios de diagnóstico no fueron definitivos (27). Por otro lado, Khanagavi en 2014 investigó los predictores de mortalidad en pacientes hospitalizados con hiperkalemia y encontró que la presencia de comorbilidades como hipertensión, diabetes y enfermedades cardíacas, así como el uso de medicamentos que afectan la excreción renal de potasio, estaban asociados con un mayor riesgo de complicaciones y mortalidad (28).

La hiperkalemia es una condición peligrosa que requiere un manejo adecuado, especialmente en pacientes con enfermedades subyacentes como la ERC y la insuficiencia cardíaca. La comprensión de la fisiología del potasio, la identificación de factores de riesgo y la implementación de estrategias de tratamiento eficaces son esenciales para prevenir complicaciones graves y mejorar los resultados clínicos en los pacientes afectados.

METODOLOGÍA

Estudio retrospectivo, unicéntrico, descriptivo, observacional; donde se incluyeron pacientes mayores de 18 años de edad que ingresaron al Hospital General de Zona No. 23 con diagnóstico de enfermedad renal crónica KDIGO V y que hasta el momento de su ingreso no han iniciado un tratamiento sustitutivo de la función renal, del mes de enero 2023 a junio 2023, se incluyeron mayores 18 años, de sexos indistintos, con cualquier comorbilidad, el tiempo de diagnóstico y niveles séricos de potasio superiores a 5.5 mEq y a los cuales se les realizó un electrocardiograma de 12 derivaciones para identificar bloqueo AV, la alteración del QRS y de la onda T, El análisis estadístico fue descriptivo, se utilizó Rho spearman para la relación entre las alteraciones del EKG con los niveles de potasio.

Se realizó un estudio de tipo retrospectivo, unicéntrico, descriptivo, observacional, que se llevó cabo en el Servicio de Urgencias del Hospital General de Zona # 23." Teziutlán", Puebla, con el título de "Relación entre hiperkalemia y alteraciones electrocardiográficas en enfermedad renal crónica KDIGO V sin tratamiento sustitutivo", con número de registro institucional: R-2022-2108-151.



Se incluyeron mayores de 18 años, de sexos indistintos, con diagnóstico de enfermedad renal crónica KDIGO V y que hasta el momento de su ingreso no han iniciado un tratamiento sustitutivo de la función renal, del mes de enero 2023 a junio 2023, con cualquier comorbilidad, el tiempo de diagnóstico y niveles séricos de potasio superiores a 5.5 mEq y a los cuales se les realizó un electrocardiograma de 12 derivaciones para identificar bloqueo AV, la alteración del QRS y de la onda T, el tipo de muestreo del presente estudio fue consecutivo no probabilístico. A todos los participantes se les realizó un cuestionario en el cual se recolectaron datos como edad, sexo, comorbilidades, niveles de potasio sérico, tiempo de diagnóstico de la enfermedad renal crónica y tipo de alteraciones electrocardiográfica presentada

Se recolectaron los datos de todos los pacientes ingresados al presente estudio durante los 6 meses que duro el tiempo de reclutamiento de los estos, se vació la información obtenida mediante el Instrumento de Recolección de Datos al programa estadístico. Todo el análisis de la información recolectada en las hojas del Instrumento de recolección de datos se efectuó mediante un análisis de correlación a través del cálculo del Coeficiente de correlación de Spearman y analisis de chi cuadrada para las variables cualitativas.

RESULTADOS

Se realizó un análisis descriptivo inicial de los pacientes ingresados al servicio de urgencias del Hospital General de Zona número 23, en el cual se evaluaron a 120 pacientes, de los cuales el 60.8% correspondieron a hombres (n=73), y un 39.2% a mujeres (n=47); presentando una mediana de edad de 59 años (mínimo 23 y máximo de 85 años).

La principal comorbilidad presentada en los pacientes con enfermedad renal crónica KDIGO V sin tratamiento sustitutivo de la función renal fue la diabetes tipo 2 en un 69.2% (n=83).

Tabla 1. Comorbilidades

	Porcentaje	n
Diabetes tipo 2	69.2	83
HAS	62.5	75
Otras patologías	24.2	29

En los 120 pacientes estudiados, se determinó contar con el diagnóstico de enfermedad renal crónica KDIGO V con un tiempo de evolución superior a los 12 meses en un 54% (n=54), quienes no aceptan el inicio de una terapia de sustitución renal, reportando en la tabla 2 el resto de los períodos de diagnóstico.

Tabla 2. Tiempo de diagnóstico

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	≤6 meses	24	20.0
	>6 - ≤12 meses	42	35.0
	>12 meses	54	45.0
	Total	120	100.0

De acuerdo con los resultados obtenidos los niveles de potasio se dividieron en leve, moderado y severo con una mediana de 6.84 mEq (mínimo de 5.5 y máximo 13.05 mEq). Presentando mayor número de pacientes con hiperkalemia severa en un 71.7% (n= 86), el resto de los pacientes se explica en la tabla 3.

Tabla 3. Niveles de potasio

		Frecuencia	Porcentaje
Grado de hiperkalemia	Leve	28	23.3
	Moderado	6	5.0
	Severo	86	71.7
	Total	120	100.0

De acuerdo con la muestra obtenida podemos identificar la alteración más frecuente en este tipo de pacientes siendo la alteración de la onda T en un 74.2% (n=89), seguido de las alteraciones en el complejo QRS con una presentación del 26.7% (n= 32), finalmente en menor presentación la presencia de bloqueos AV, con una presentación demostrada de 14.2% (n=17).

Para determinar la correlación entre los niveles de potasio y los cambios electrocardiográficos enunciadas anteriormente, se decidió utilizar la prueba estadística Chi cuadrada de Pearson, observando una relación entre el nivel de potasio y los bloqueos AV, chi cuadrada: 7.83, igual que entre los niveles de potasio y la alteración del QRS, chi cuadrada: 17.25 y finalmente entre los niveles de potasio y las alteraciones de la onda T hay una asociación con chi cuadrada: 47.77, $p = <0.05$ para cada una de las variables.



Las pruebas de correlación realizadas evidencian que existen mayores niveles de potasio sérico en pacientes cuyo diagnóstico de enfermedad renal crónica KDIGO V fue con un período superior de 12 meses, los cuales cursaron con mayores alteraciones electrocardiográficas. La presentación de bloqueos AV con hiperkalemia severa fue de 17 casos (19.7%), alteraciones del QRS fueron 32 casos (37.2%) y alteraciones de la onda T fueron 78 casos (90.6%)

DISCUSIÓN

Este estudio descriptivo en pacientes con enfermedad renal crónica KDIGO V en su gran mayoría con hiperkalemia severa se relacionó directamente con la conducción eléctrica del corazón, debido a la alteración del gradiente de potasio transmembrana, lo que afecta el registro electrocardiográfico, similar a lo reportado por Zubaid Rafique en 2022 quien encontró una correlación entre la hiperkalemia y la duración de 120 ms o más del complejo QRS al igual que en este estudio.

Nuestro estudio aporta datos relevantes al demostrar que incluso niveles moderadamente elevados de potasio pueden inducir alteraciones significativas en el electrocardiograma, siendo respaldados por los estudios de Wrenn y colaboradores que en 2020, indicaron que las alteraciones electrocardiográficas son un marcador sensible pero no específico de hiperkalemia, sugiriendo la necesidad de una evaluación clínica integral.

Los resultados de este estudio subrayan la importancia del monitoreo continuo del electrocardiograma en pacientes con hiperkalemia, especialmente en aquellos con condiciones predisponentes, además la identificación temprana de alteraciones electrocardiográficas podría guiar decisiones terapéuticas oportunas.

CONCLUSIONES

En conclusión, en este estudio se observó una relación entre la presencia de hiperkalemia en pacientes con enfermedad renal crónica KDIGO V y las alteraciones electrocardiográficas estudiadas, donde se evidenció en mayor porcentaje la alteración de la onda T, consistente en un aumento de voltaje y duración en milisegundos (onda T hiperaguda), presente en hombres de la sexta década de la vida con comorbilidades asociadas como lo son hipertensión arterial sistémica y diabetes tipo 2, en mayor frecuencia, asociándose también al tiempo de evolución de la enfermedad renal crónica, donde a un año de este diagnóstico es más probable hallar las alteraciones electrocardiográficas mencionadas



Se destaca el papel crítico de una adecuada interpretación del electrocardiograma como herramienta diagnóstica, así mismo recomendándose un seguimiento a largo plazo de los pacientes con hiperkalemia en enfermedad renal crónica y la evaluación de la efectividad de intervenciones específicas en la reversión de las alteraciones electrocardiográficas y la disminución de los niveles séricos de este electrolito, así como la complementación de otros estudios médicos, logrando una valoración integral, esto debido a la poca sensibilidad y especificidad del electrocardiograma y la interpretación del mismo que puede variar por cada personal médico, recordando que la enfermedad renal es un padecimiento muy frecuente en la población mexicana, lo que ocasiona múltiples ingresos al servicio de urgencias, siendo una patología que amenaza la vida

Es recomendable otorgar una capacitación continua al personal médico adscrito, así como al personal de salud becario, quienes están en mayor contacto y vigilancia de los pacientes, todo ello para lograr una interpretación más homogénea de este padecimiento, y una mejor correlación de estos hallazgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ahmed, J., & Weisberg, L. S. (2001). Hyperkalemia in dialysis patients. **Seminars in Dialysis*, 14*(5), 348–356. <https://doi.org/10.1046/j.1525-139x.2001.00087.x>
2. Allon, M., & Copkney, C. (1990). El albuterol e insulina para el tratamiento de la hiperpotasemia en pacientes en hemodiálisis. **Kidney International*, 38*(5), 869–872.
3. An, J., Lee, J., & Jeon, H. J. (2012). Severe hyperkalemia requiring hospitalization: predictors of mortality. **Critical Care*, 16*(6).
4. Betts, K. A., Woolley, J. M., Mu, F., McDonald, E., Tang, W., & Wu, E. Q. (2018). The prevalence of hyperkalemia in the United States. **Current Medical Research and Opinion*, 34*, 971–978.
5. Caravaca-Fontan, F., Valladares, J., Diaz-Campillejo, R., Barroso, S., Luna, E., & Caravaca, F. (2019). Asociación entre hiperkaliemia y evolución clínica en la enfermedad renal crónica avanzada. **Nefrología*, 39*(5), 513–520.
6. Chew, H. C., & Lim, S. H. (2005). Electrocardiographical case. A tale of tall T's. *Hyperkalaemia*. **Singapore Medical Journal*, 46*, 429–432.
7. Clase, C. M., Carrero, J. J., Ellison, D. H., Grams, M. E., Hemmelgarn, B. R., Jardine, M. J., et al. (2020). Potassium homeostasis and management of dyskalemia in kidney diseases: Conclusions



- from a Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney International, 97*, 42–61.
8. Collins, A. J., Pitt, B., Reaven, N., et al. (2017). Association of serum potassium with all-cause mortality in patients with and without heart failure, chronic kidney disease, and/or diabetes. *American Journal of Nephrology, 46*(3), 213–221.
 9. Conway, R., Creagh, D., Byrne, D. G., O’Riordan, D., & Silke, B. (2015). Serum potassium levels as an outcome determinant in acute medical admissions. *Clinical Medicine (London), 15*(3), 239–243.
 10. Davey, M., & Caldicott, D. (2002). Calcium salts in management of hyperkalaemia. *Emergency Medicine Journal, 19*, 92–93.
 11. DeFronzo, R. A., Sherwin, R. S., Felig, P., & Bia, M. (1977). Nonuremic diabetic hyperkalemia. Possible role of insulin deficiency. *Archives of Internal Medicine, 137*, 842–843.
 12. Deska, P., & Nowicki, M. (2017). Short-term changes of serum potassium concentration induced by physical exercise in patient with arterial hypertension treated with angiotensin-converting enzyme inhibitor alone or in combination with statin. *Journal of Physiology and Pharmacology, 68*, 133–138.
 13. Diercks, D. B., Shumaik, G. M., Harrigan, R. A., et al. (2004). Electrocardiographic manifestations: Electrolyte abnormalities. *Journal of Emergency Medicine, 27*, 153–160.
 14. DuBose, T. D. Jr., Codina, J., Burges, A., & Pressley, T. A. (1995). Regulation of H(+)-K(+)-ATPase expression in kidney. *American Journal of Physiology, 269*, F500–F507.
 15. Durfey, N., et al. (2017). Can the Electrocardiogram Risk Stratify for Short-term Adverse Events? *Western Journal of Emergency Medicine, 18*, 963–971.
 16. Einhorn, L. M., Zhan, M., Hsu, V. D., Walker, L. D., Moen, M. F., Seliger, S. L., et al. (2009). The frequency of hyperkalemia and its significance in chronic kidney disease. *Archives of Internal Medicine, 169*, 1156–1162.
 17. Fleet, J. L., Shariff, S. Z., Gandhi, S., Weir, M. A., Jain, A. K., & Garg, A. X. (2012). Validity of the International Classification of Diseases 10th revision code for hyperkalaemia in elderly patients at presentation to an emergency department and at hospital admission. *BMJ Open, 2*(6), e002011.



18. Gorostodi, M., Santamaría, R., Alcázar, R., Fernández-Fresnedo, G., et al. (2014). Documento de la sociedad española de nefrología sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. **Nefrología, 34**, 302–316.
19. Hebert, S. C., Desir, G., Giebisch, G., & Wang, W. (2005). Molecular diversity and regulation of renal potassium channels. **Physiological Reviews, 85**, 319–371.
20. Jain, N., Kotla, S., Little, B. B., Weideman, R. A., Brilakis, E. S., Reilly, R. F., & Banerjee, S. (2012). Predictors of hyperkalemia and death in patients with cardiac and renal disease. **American Journal of Cardiology, 109**, 1510–1513.
21. Jurado, C. A. I., Palacios, U. N. A., Alcivar, M. J. I., & Veliz, S. E. F. (2020). Cambios electrocardiográficos en hiperpotasemia. **RECIMAUC, 4**, 204–211.
22. Kim, T., Rhee, C. M., Streja, E., et al. (2017). Racial and ethnic differences in mortality associated with serum potassium in a large hemodialysis cohort. **American Journal of Nephrology, 45**(6), 509–521.
23. Kovesdy, C. P., Appel, L. J., Grams, M. E., et al. (2017). Potassium homeostasis in health and disease: A scientific workshop cosponsored by the National Kidney Foundation and the American Society of Hypertension. **American Journal of Kidney Diseases, 70**(6), 844–858.
24. Kovesdy, C. P., Matsushita, K., Sang, Y., Brunskill, N. J., Carrero, J. J., Chodick, G., et al. (2018). Serum potassium and adverse outcomes across the range of kidney function: A CKD Prognosis Consortium meta-analysis. **European Heart Journal, 39**, 1535–1542.
25. Krogager, M. L., Torp-Pedersen, C., Mortensen, R. N., et al. (2017). Short-term mortality risk of serum potassium levels in hypertension: A retrospective analysis of nationwide registry data. **European Heart Journal, 38**(2), 104–112.
26. Luo, J., Brunelli, S. M., Jensen, D. E., & Yang, A. (2016). Association between serum potassium and outcomes in patients with reduced kidney function. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 11**, 90–100.
27. Manohar, N., & Young, M. L. (2003). Rate dependent bundle branch block induced by hyperkalemia. **Pacing and Clinical Electrophysiology, 26**, 1909–1910.
28. Mahoney, B. A., Smith, W. A., Lo, D. S., et al. (2005). Emergency interventions for hyperkalemia.



Cochrane Database of Systematic Reviews, 2, CD003235.

29. Montague, B., Ouellette, J., & Buller, G. (2008). Retrospective review of the frequency of ECG changes in hyperkalemia. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3*(2), 324–330.
30. Pere-Valles. (2013). Disfunción severa de marcapasos por hiperpotasemia. *Nefrología*, 33*(3), 443–622. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2013.Feb.11847>
31. Rafique, Z., Liu, M., Staggers, K. A., Minard, C. G., & Peacock, W. F. (2020). Patiromer for treatment of hyperkalemia in the emergency department: A pilot study. *Academic Emergency Medicine*, 27*, 54–60.
32. Rose, B. D. (2001). Homeostasis del potasio. *Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders** (5th ed., pp. 372–404). McGraw-Hill.
33. Rosano, G. M. C., Tamargo, J., Kjeldsen, K. P., et al. (2018). Expert consensus document on the management of hyperkalemia in patients with cardiovascular disease treated with renin angiotensin aldosterone system inhibitors: Coordinated by the Working Group on Cardiovascular Pharmacotherapy of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal - Cardiovascular Pharmacotherapy*, 4*(3), 180–188.
34. Slovis, C., & Jenkins, R. (2002). ABC of clinical electrocardiography: Conditions not primarily affecting the heart. *BMJ*, 324*, 1320–1323.
35. Singer, G. G., & Brenner, B. M. (2005). Fluid and electrolyte disturbances. In D. L. Kasper, A. S. Fauci, D. L. Longo, et al. (Eds.), *Harrison's Principles of Internal Medicine** (16th ed., pp. 258–263). McGraw-Hill.
36. Thomsen, R. W., Nicolaisen, S. K., Hasvold, P., Sanchez, R. G., Pedersen, L., Adelborg, K., et al. (2017). Elevated potassium levels in patients with chronic kidney disease: Occurrence, risk factors and clinical outcomes—a Danish population-based cohort study. *Nephrology Dialysis Transplantation**.
37. Turgutalp, K., Bardak, S., Helvaci, I., Isgüzar, G., Payas, E., Demir, S., et al. (2016). Community-acquired hyperkalemia in elderly patients: Risk factors and clinical outcomes. *Renal Failure*, 38*, 1405–1412.



38. Weiner, I. D., Linas, S. L., & Wingo, C. S. (2010). Disorders of potassium metabolism. In R. Johnson, J. Fluege, & J. Feehally (Eds.), **Comprehensive Clinical Nephrology** (4th ed., pp. 118–129). Saunders Elsevier.
39. Yu, A. S. (1996). Atypical electrocardiographic changes in severe hyperkalemia. **American Journal of Cardiology*, 77*, 906–908.
40. Zhang, Z., Yu, X., Li, P., et al. (2017). Potassium balance in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. **Nephrology Dialysis Transplantation*, 32*(8), 1269–1276.

