



**BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**HOSPITAL GENERAL ZONA 20 IMSS**  
**“LA MARGARITA”**

**CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN  
PACIENTES CON HIPERKALEMIA MODERADA Y  
SEVERA EN LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA  
DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALIDAD EN:**

**Urgencias Medico Quirúrgicas**

**PRESENTA**

**Dr. Emmanuel Palacios Poblano**

**DIRECTOR:**

**Daniel Canaán Pérez**

**Médico Urgenciólogo de base adscrito al Hospital General Zona 20 IMSS**

**Matricula: 99223385**

**Correo electrónico: [dancanaan@gmail.com](mailto:dancanaan@gmail.com)**

**ASESORES:**

**Dr. Jorge Ayón Aguilar**

**Coordinador Auxiliar Médico de Investigación en Salud OOAD Puebla**

**Matrícula: 99222553**

**Celular: 22-28-61-89-44**

**Correo electrónico: [jorge.ayona@imss.gob.mx](mailto:jorge.ayona@imss.gob.mx)**

**Dr. Fernando Arthur Aguirre**

**Medico Cardiólogo adscrito al Hospital General Zona 20 IMSS**

**Matrícula: 99315004**

**Celular: 2221623688**

**Correo electrónico: [fernarthur@hotmail.com](mailto:fernarthur@hotmail.com)**

**Numero registro: R-20212108-054**



**Heroica Puebla de Zaragoza. Marzo,2023**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



### Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **2108**,  
H GRAL ZONA NUM 20

Registro COFEPRIS **19 CI 21 114 054**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 21 CEI 001 20201117**,

FECHA **Sábado, 27 de noviembre de 2021**

Dr. **DANIEL CANAAN PEREZ**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **CAMBIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN PACIENTES CON HIPERKALEMIA MODERADA Y SEVERA EN LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2021-2108-054

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Dr. SANTILLANA ARCE JOSE GERMAN**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2108

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACION ESTATAL PUEBLA  
COORDINACION DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
HOSPITAL GENERAL ZONA 20  
PUEBLA, PUEBLA MARZO 2023

**AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD**

LOS ASESORES:

**Dr. Daniel Canaán Pérez**

**Dr. Jorge Ayón Aguilar**

**Dr. Fernando Arthur Aguirre**

DE LA TESIS TITULADA:

**Cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20 IMSS**

REALIZADO POR EL MEDICO RESIDENTE

**Dr. Emmanuel Palacios Poblano**

DE LA ESPECIALIDAD DE:

**Urgencias Medico Quirúrgicas**

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO  
CON EL NUMERO DE REGISTRO NACIONAL:

**R-2021-2108-054**

PROPORCIONADO POR EL SISTEMA NACIONAL DE REGISTRO EN LINEA DE LA COMISION  
DE INVESTIGACION EN SALUD (SIRELCIS)

AUTORIZO SU IMPRESIÓN

ASESORES:

**Dr. Daniel Canaán Pérez**

**NOMBRE, FIRMA Y FECHA**

**Dr. Jorge Ayón Aguilar**

**NOMBRE, FIRMA Y FECHA**

**Dr. Fernando Arthur Aguirre**

**NOMBRE, FIRMA Y FECHA**

**Dr. Francisco Javier Juárez Benardino**

**PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD  
URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS**

## **AGRADECIMIENTOS:**

“En ti cifro mi confianza, oh Jehova, tu eres mi Dios”

Al Eterno, quien me ha dado la vida, la salud y la oportunidad de haber logrado una meta más en mi formación profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional, ante las adversidades de mis retractoros durante estos años, así como los innumerables consejos que me han forjado en lo que ahora soy.

A mis hermanas, como grandes confidentes de vida y por la dicha de tenerlas siempre con sus consejos.

A mis maestros de formación, en quienes depositaron en mí, el mejor de sus conocimientos y el mejor de sus tiempos que es el arte de la enseñanza.

A mis amigos de formación en quienes tengo mi admiración y confianza, cuyo apoyo va más allá de lo que puedo pagarles.

A una gran amiga, quien me brindo la oportunidad de ser el medico que soy, pese a tener todo en contra, me brindo su confianza y cuya mayor herencia ahora en su ausencia me dejo, que es la enseñanza hacia mis colegas y el orgullo de luchar por la vida todos los días.

## CONTENIDO

---

<b>RESUMEN</b>	7
<b>ANTECEDENTES</b>	8
ANTECEDENTES GENERALES	8
ANTECEDENTES ESPECIFICOS	10
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	15
<b>HIPOTESIS</b>	16
HIPOTESIS ALTERNA	16
HIPÓTESIS NULA	16
<b>OBJETIVOS</b>	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	16
UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL	17
POBLACIÓN DE ESTUDIO:	17
CRITERIOS DE SELECCIÓN:	17
CRITERIOS DE INCLUSIÓN:	17
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:	17
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	18
ESTRATEGIA DE TRABAJO:	18
TAMAÑO DE LA MUESTRA:	18
TIPO DE MUESTREO	19

TIEMPO A DESARROLLARSE	19
DEFINICION DE VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICION:	19
ESTRATEGIA DE TRABAJO	21
RECOLECCIÓN DE DATOS	22
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
LOGÍSTICA:	22
RECURSOS HUMANOS	22
RECURSOS MATERIALES	23
RECURSOS FINANCIEROS	23
FACTIBILIDAD	23
ASPECTOS ETICOS:	23
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	26
RESULTADOS	27
FIGURA 7	32
DISCUSION	33
CONCLUSION	36
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS	37
ANEXOS:	39
CONSENTIMIENTO INFORMADO	39
CARTA DE CONFIDENCIALIDAD:	41
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS:	42
CARTA DE NO INCOVENIENTE:	45

## RESUMEN

### “CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN PACIENTES CON HIPERKALEMIA MODERADA Y SEVERA CON ENFERMEDAD RENAL CRONICA DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS”

**Autores:** 1Dr Daniel Canaán Perez.2. Dr. Jorge Ayón Aguilar.3Dr Fernando Arthur Aguirre., 4Dr. Emmanuel Palacios Poblano. 1 médico Urgenciólogo adscrito en Hospital General Zona 20 IMSS 2Coordinador auxiliar médico de investigación en salud ÓOAD Puebla,.3 Médico Cardiólogo en Hospital General Zona 20 IMSS, 3 Médico residente Urgencias Médico Quirúrgicas del Hospital General Zona 20 IMSS.

#### INTRODUCCION

Los pacientes con enfermedad renal crónica presentan una pérdida del equilibrio en la regulación del potasio, en el que de acuerdo a los estadios de la enfermedad presentan alteraciones sistémicas que aumentan la morbimortalidad de los pacientes.

Los cambios electrocardiográficos identificados en la hiperkalemia moderada y severa incluyen prolongación progresiva del intervalo PR, ensanchamiento del complejo QRS, la presentación de bloqueos de la conducción sinoauricular y auriculoventricular, fusión del complejo QRS con la onda T, QT prolongado, formación de “onda seno” o sinusoidal, desaparición de la onda P, fibrilación ventricular, así como la presencia de asistolia.

#### OBJETIVOS

Identificar los cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20 IMSS.

#### MATERIAL Y MÉTODOS:

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, homodémico y unicéntrico. Llevándose a cabo en las instalaciones del HGZ no 20 IMSS en el periodo de Enero a Junio 2022 en el que se incluyeron expedientes de pacientes mayores de 18 años derechohabiente del IMSS, ambos géneros, con diagnóstico de Enfermedad renal crónica con o sin tratamiento sustitutivo de la función renal y que presentaban datos por laboratorio de hiperkalemia moderada y severa, contando con un electrocardiograma que permitió la identificación de los cambios electrocardiográficos reportados en el presente estudio.

#### RESULTADOS

Los cambios electrocardiográficos más frecuentes en nuestro estudio, corresponden a datos de kalocitosis (Elevación de la onda T) con 61 pacientes (55.45%), Elevación del segmento ST de concavidad superior con 12 pacientes (10.9%), presencia de Bloqueo AV 1er grado con 9 pacientes (8.18%), Taquicardia ventricular con 8 pacientes (7.27%) y Bloqueo de rama derecha con 7 pacientes (6.36%).Utilizando mediante prueba de chi cuadrada ,se encontró la relación entre el nivel de hiperkalemia y cambios electrocardiográficos identificados ,el cual se otorgó un resultado de  $p < 0.000$  , lo cual es estadísticamente significativo , determinando la asociación de estas 2 variables

#### CONCLUSION

El electrocardiograma es una herramienta diagnostica de bajo costo, accesible y de fácil interpretación, cuya importancia es de utilidad en la identificación de cambios electrocardiográficos basándonos en los datos por paraclínicos de hiperkalemia moderada así como severa y cuya finalidad, es la detección oportuna de arritmias letales, planteando la posibilidad de identificar en este tipo de pacientes de forma temprana las alteraciones que puedan presentarse en un mejor tiempo durante su ingreso al servicio de urgencias,

así como el monitoreo en la determinación de potasio durante su estancia en la unidad, mejorando el pronóstico de nuestros pacientes.

**PALABRAS CLAVE:**

Hiperkalemia, cambios electrocardiográficos, enfermedad renal crónica.

## ANTECEDENTES

### ANTECEDENTES GENERALES

Los riñones son órganos esenciales que participan en el control integrado del líquido extracelular, del equilibrio electrolítico y del equilibrio ácido básico. Esta es una actividad estrechamente relacionada con la capacidad de los riñones para regular la concentración de agua, la composición de iones inorgánicos, y mantener el equilibrio ácido-base. (1)

La mayor parte del contenido de potasio corporal total se distribuye al compartimento intracelular (98% aproximadamente), en comparación con el compartimento extracelular (2%) (2)

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) ha sido reconocida recientemente como un problema de salud pública global, por su carácter epidémico y las complicaciones devastadoras que produce. Se define como el daño estructural o funcional del riñón, evidenciado por marcadores de daño (orina, sangre o imágenes) por un período igual o mayor a 3 meses, o por un filtrado glomerular teórico (FG) menor a 60 ml/min, independientemente de la causa que lo provocó. (3)

La enfermedad renal crónica (ERC), según la Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI), aparece cuando se observa daño renal con filtrado glomerular (FG) normal, o hay disminución de la función renal expresada por un  $FG < 60$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, ambos de forma persistente durante al menos tres meses; es un síndrome secundario al cambio definitivo de la función y/o estructura del riñón y es caracterizada por su irreversibilidad y evolución progresiva (4).

Los factores de riesgo cardiovascular que favorecen la aparición o afectan la progresión de la ERC, pueden ser modificables y no modificables, los cuales son: No modificables (Predisposición genética, factores raciales, factores materno fetales, edad, género) Modificables (Hipertensión arterial, Obesidad, Diabetes

mellitus, Proteinuria, Dislipidemias, Hiperaldosteronismo, Tabaquismo, Hiperuricemia, Hiperfosfatemia (5)

De acuerdo a su fisiopatología, si bien la hipertrofia y la hiperfiltración de las nefronas residuales, se representan como mecanismos benéficos dentro del primer estadio inicial de la enfermedad, se ha postulado la hipótesis que estos mecanismos representan la mayor causa de progresión a disfunción renal, debido a que se presenta glomeruloesclerosis generada por estos fenómenos, lo que eventualmente genera glomeruloesclerosis global. (6).

El potasio es un ion que a su vez es un elemento importante en la fisiología cardiovascular el cual da implicaciones clínicas que determinan el pronóstico de un paciente en el área de urgencias a su ingreso, por lo tanto, se ha evaluado el potencial pronóstico en diferentes estudios sobre diversos parámetros electrocardiográficos en la población renal, con la finalidad de determinar no solo clínicamente sino electrocardiográficamente los cambios que se presenten según el grado de hiperkalemia en el paciente renal.(7)

Los riñones juegan un papel importante en la homeostasis del potasio, en la ERC se presenta como una comorbilidad frecuente y el grado de severidad de la enfermedad condiciona un desequilibrio de dicho ion, así como las implicaciones clínicas que conlleva (8).

La hiperkalemia se define como la concentración sérica de potasio  $>5.3\text{mEq/L}$  y a menudo se clasifica arbitrariamente como leve ( $5.3\text{-}6\text{mEq/L}$ ) Moderada( $6\text{-}7\text{mEq/L}$ ) y Grave  $>7\text{mEq/L}$ . (9)

En la hiperkalemia moderada se caracteriza por la prolongación progresiva del intervalo PR y ensanchamiento del complejo QRS, la presentación de bloqueos de la conducción sinoauricular y auriculoventricular lo que provoca ritmo de la unión y de escape, posteriormente la fusión del complejo QRS con la onda T y en ocasiones la formación de “onda seno”, o sinusoidal, en el electrocardiograma, en menor porcentaje se evidencia la desaparición de la onda P. En la hiperkalemia severa puede producirse aumento de la irritabilidad cardiaca con fibrilación ventricular y eventual procesos de asistolia. (10).

Otros hallazgos no tradicionales incluyen la inversión de la onda T, bloqueos de rama, y la depresión o elevación del segmento ST que simula un patrón de isquemia. En pacientes hemodializados se ha evidenciado en la hiperkalemia la ausencia de patrones típicos electrocardiográficos, un porcentaje de 4% se reportan datos sin cambios electrocardiográficos (11)

Las anomalías del electrocardiograma son comunes entre pacientes con ERC en etapas tardías de pacientes sin diálisis peritoneal, dado el hecho de que la ERC a largo plazo influye en la patogenia cardiovascular (12)

En pacientes en tratamiento con sustitución renal, se evidencia el incremento de potasio durante los períodos interdiálisis aumentando el riesgo de muerte súbita cardíaca; en un estudio en pacientes hemodializados, la presencia de hiperkalemia fue uno de los más fuertes predictores de muerte súbita cardíaca posterior a 3 años de seguimiento. (13)

Por lo tanto la hiperkalemia es uno de los trastornos electrolíticos más comunes e importantes en la práctica clínica en pacientes que padecen enfermedad renal crónica con o sin terapia sustitutiva, por las alteraciones electrofisiológicas y por su elevada morbilidad y mortalidad siendo fundamental para la presentación de alteraciones en el ámbito cardiovascular, específicamente en el rol del sistema de conducción especializado del corazón, por lo su monitorización, tiene un papel fundamental en la identificación alteraciones electrocardiográficas y su subsecuente decisión terapéutica a tomar. (14).

#### ANTECEDENTES ESPECIFICOS

Un estudio europeo cita a Seliger, Stephen L. en 2009 el cual realizó un estudio retrospectivo de cohorte nacional el cual comprendió 2 103 422 expedientes a partir de 245 808 veteranos con por lo menos 1 hospitalización, como resultado, de los 66 259 eventos hiperkalemicos (3,2% de los registros), ocurrieron más como eventos hospitalarios (n = 34 937 [52,7%]) que como eventos ambulatorios (n = 31 322 [47,3%]). La tasa ajustada de hiperkalemia fue mayor en los pacientes con ERC que en los que no lo hacían entre los individuos tratados con bloqueadores del sistema renina angiotensina aldosterona (RAAS) (7,67 frente a 2,30 por 100 pacientes-

meses;  $P < .001$ ) y éstos sin el tratamiento del molde de RAAS (8,22 contra 1,77 por 100 paciente-meses;  $P < .001$ ). El odds ratio (OR) ajustado de muerte con un evento hiperkalémico moderado (potasio,  $\geq 5,5$  y  $< 6,0$  mEq/L y grave (potasio,  $\geq 6,0$  mEq/L) fue el más alto sin ERC (OR, 10,32 y 31,64, respectivamente) vs estadio 3 (OR, 5,35 y 19,52, respectivamente), estadio 4 (OR, 5,73 y 11,56, respectivamente), o estadio 5 (OR, 2,31 y 8,02, respectivamente), con todo el  $P < .001$  vs normokalemia y sin ERC. Por lo que se concluye que el riesgo de hiperkalemia aumenta con la ERC, y su aparición aumenta las probabilidades de mortalidad dentro de 1 día del evento, como importancia de esta alteración metabólica es considerado como una amenaza para la seguridad del paciente en la ERC. (15,16)

Durfey, N. et al. en un estudio publicado en 2017 en Hospital de Kent, departamento de medicina de la emergencia, Warwick, Rhode Island, se analizó la asociación entre las anormalidades hiperkalemicas específicas del ECG y el desarrollo de eventos adversos a corto plazo en pacientes con hiperkalemia severa. Se recopilaron registros de todos los pacientes adultos con potasio( $K^+$ )  $> 6.5$  mEq/L en la base de datos del laboratorio hospitalario desde el 15 de Agosto de 2010 hasta el 30 de Enero de 2015, en ella se definieron los eventos adversos encontrados los cuales fueron: Bradicardia sintomática, taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, reanimación cardiopulmonar (RCP) y/o muerte. Dicho estudio incluyó un total de 188 pacientes con hiperkalemia severa en el grupo de estudio final. Los eventos adversos ocurrieron dentro de las seis horas en 28 pacientes (15%): bradicardia sintomática (n=22), muerte (n=4), taquicardia ventricular (n=2) y RCP (n=2). Se encontró una mayor probabilidad de eventos adversos a corto plazo para los pacientes hiperkalemicos cuyo ECG demostró prolongación del QRS (riesgo relativo [RR] 4,74, IC del 95% [2,01–11,15]), bradicardia (HR $<50$ ) (RR 12,29, IC del 95% [6,69–22,57]) y/o ritmo de unión (RR 7,46, IC del 95%: 5,28 a 11,13). Por lo que los resultados fueron clasificar los cambios electrocardiográficos por potasio como "cualquier anormalidad sugestiva de la hiperkalemia" si uno o más de los siguientes estaban presentes: (I) ondas máximas de T; (II) prolongación de PR; (III) prolongación del QRS; (IV) bradicardia (HR $<50$  lpm); (V) 2 o 3 grado de bloqueo cardíaco; (VI) ritmo de unión; (VII) ritmo de escape ventricular; o (VIII) taquicardia

ventricular. La mitad de los pacientes tenían una tasa de filtración glomerular estimada de menos de 15 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>. Los criterios de exclusión incluyeron notación de laboratorio de una muestra hemolizada, recuento de plaquetas  $\geq 500 \times 10^9$  /L, ritmo acelerado en el ECG y tratamiento para la hiperkalemia antes de obtener el ECG y la muestra de laboratorio. Cabe resaltar que dicho estudio en cuanto la relación del valor K con un ECG con "cualquier anomalía sugestiva de hiperkalemia" y con eventos adversos a corto plazo se determinó mediante regresión logística binaria. Los pacientes en hemodiálisis establecidos representaron 32 (17%) de los 188 pacientes. En dicho estudio, no hubo diferencias estadísticas entre la frecuencia de anomalías hiperkalemicas del ECG y los eventos adversos en pacientes en hemodiálisis establecidos y pacientes sin diálisis (17).

Sung C., Kwak J. Hwang S. Bae J en 2013 en Japón, se realizó un estudio transversal retrospectivo el cual incluyó pacientes con bradicardia sintomática (frecuencia cardíaca [HR]  $\leq 50$ /min con disnea, dolor torácico, mentalidad alterada, mareos/síncope/presíncope, debilidad general, oliguria o shock) o extrema (HR  $\leq 40$ /min) en un servicio de urgencias durante 46 meses. Los factores de riesgo para la hiperkalemia severa fueron elegidos por análisis de regresión logístico múltiple de la historia (sexo, edad, comorbilidades y medicaciones), de las muestras vitales, y del electrocardiograma 1 (ECG; la amplitud precordial máxima de la T-onda, la banda, y los intervalos de QRS). El índice de diagnóstico derivado se validó mediante el método de arranque. Entre los 169 participantes inscritos, 87 (51,5%) eran mujeres. La edad media (DE) fue de 71,2 (12,5) años. Treinta y seis (21,3%) tenía hiperkalemia severa. El diagnóstico resumió "T precordial máxima  $\geq 8,5$  mV ", "fibrilación auricular/bradicardia de la unión, "HR  $\leq 42$ /min (1)". El "índice de solo ECG", que suma los 3 hallazgos de ECG, tuvo una sensibilidad de 0.50, especificidad de 0.90 y razón de verosimilitud (+) de 5.10 para puntuaciones de 3 o más. Los resultados por lo tanto mostraron que la hiperkalemia severa es perceptible por parámetros electrocardiográficos cuantitativos (18)

Csaba Varga en un estudio observacional retrospectivo realizado en el Centro de Urgencias del Hospital General Kaposi Mór, cuyo objetivo de estudio fue comparar la prevalencia de alteraciones del ECG sugestivas de hiperkalemia en pacientes

normokalémicos e hiperkalemicos. Los datos se analizaron mediante el software SPSS22. Con el fin de comprobar la asociación de cada parámetro con los valores de potasio medidos, Se recogieron datos de 135 pacientes hiperkalemicos (potasio > 6,0 mmol/l) y 170 normokalemicos (potasio 3,4–5,9 mmol/l), siendo la distribución por género entre los dos grupos similar. Se registraron las frecuencias de alteraciones del ECG sugestivas de hiperkalemia en pacientes con normokalemia, hiperkalemia moderada y grave. En consecuencia, la terapia de reemplazo renal previa entre los pacientes hiperkalemicos fue significativamente más frecuente que entre los pacientes normokalemicos. En el grupo control, el 24,0% de los pacientes normokalémico tenían alteraciones del ECG sugestivas de hiperkalemia y de estas, el 20% tenían una y el 4% tenían 2 o más cambios en el ECG indicativos de hiperkalemia. Menos de la mitad de los pacientes (46%) con hiperkalemia moderada o grave tenían alguna forma de manifestación de ECG sugestiva de hiperkalemia. Sin embargo, significativamente más pacientes con hiperkalemia grave tenían QRS amplio (31,6%), bradicardia (18,4%), picos de ondas T (18,4%) y bloqueo AV de primer grado (18,4%) en comparación con los pacientes normokalémicos teniendo en cuenta que algunos cambios en el ECG sugestivos de hiperkalemia (QRS ancho, ondas T con picos, bloqueo AV de 1er grado y bradicardia) fueron significativamente más frecuentes en el grupo de hiperkalemia severa. (19).

Galloway et al desarrollaron recientemente un modelo de aprendizaje profundo para detectar hiperkalemia en pacientes con enfermedad renal crónica, estadio III o superior, utilizando ECG. La hiperkalemia a menudo está presente en el contexto de la ERC aguda. El modelo de aprendizaje profundo no ofrece un análisis de la función renal. Sin embargo, los pacientes que probablemente requieren una evaluación de la función renal son aquellos pacientes con posible hiperkalemia, para quienes la prueba de detección prevista requeriría un análisis de sangre confirmatorio que generalmente incluye la función renal además del nivel de potasio. (14).

Rafique Z et al en 2020 refiere que los pacientes con ERC tienen un 56% más de riesgo de mortalidad por todas las causas en comparación con la población general.

Por lo tanto, la hiperkalemia en pacientes con ERC aumenta el riesgo de arritmias ventriculares, eventos de paro cardíaco, diálisis y mayor tiempo de hospitalización. (20,21).

#### JUSTIFICACION:

La Enfermedad Renal Crónica es una de las patológicas con mayor prevalencia y con mayor índice de morbimortalidad en nuestro país, siendo tema de interés y de investigación por diversos investigadores en el México de hoy en día.

Los pacientes con enfermedad renal crónica presentan una pérdida de equilibrio en la regulación del potasio, en el que de acuerdo a los estadios de la enfermedad presentan alteraciones sistémicas que aumentan la mortalidad de estos pacientes.

El electrocardiograma es una herramienta diagnóstica de gran importancia en el servicio de urgencias en la identificación de alteraciones en los elementos que lo componen, como en las enfermedades cardiovasculares, sin embargo, la fisiopatología de la hipercalcemia condiciona complicaciones cardiovasculares, siendo la enfermedad renal crónica, la presentación de hiperkalemia con alto grado de complicaciones y con cambios electrocardiográficos en estudios recientes.

Por tal motivo se decide realizar dicho estudio con el propósito de identificar los principales cambios electrocardiográficos encontrados en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en pacientes con Enfermedad Renal Crónica en el hospital General de Zona no 20 IMSS.

Se pretende mediante los resultados obtenidos, determinar de forma temprana y oportuna las alteraciones que puedan presentarse con el propósito de mejorar el tiempo durante ingreso y estancia en la unidad, y por consecuencia un mejor pronóstico en el tratamiento oportuno.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) ha sido reconocida recientemente como un problema de salud pública global, por su carácter epidémico y las complicaciones devastadoras que produce.

Las alteraciones del potasio están presentes en dicha enfermedad, el cual, en gran medida no son identificadas y tratadas a tiempo, condicionando un aumento en la morbimortalidad de los pacientes.

Estudios previos han demostrado que la capacidad de los médicos para predecir la hiperkalemia a partir del ECG fue baja con un grado de sensibilidad entre 0,34 y 0,43 en comparación con la capacidad de lectores experimentados para predecir la gravedad de la hiperkalemia.

En los últimos años se ha demostrado la presencia de cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia los cuales son: la prolongación progresiva del intervalo PR, el ensanchamiento del complejo QRS, la fusión del complejo QRS con la onda T dando la formación de “onda seno”, o sinusoidal, en el electrocardiograma, la desaparición de la onda P y la presencia de arritmias letales tales como la fibrilación ventricular y la taquicardia ventricular.

Por tal motivo se da la tarea de conocer cuáles son los cambios electrocardiográficos en la ERC relacionados con hiperkalemia que podemos encontrar en esta unidad, motivo por lo que surge la siguiente pregunta de investigación: cuáles son los cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20 IMSS.?

## HIPOTESIS

### HIPOTESIS ALTERNA

Hay cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20 IMSS.

### HIPÓTESIS NULA

No hay cambios los electrocardiogramas en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar los cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica en el Hospital General de Zona no 20 IMSS.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las características sociodemográficas de los pacientes con hiperkalemia moderada y severa con enfermedad renal crónica del Hospital General de Zona no 20 IMSS.

Establecer las características electrocardiográficas de hiperkalemia moderada en pacientes con ERC con tratamiento o sin tratamiento sustitutivo de la función renal e identificar las más comunes.

Identificar las características electrocardiográficas de hiperkalemia severa en pacientes con ERC con tratamiento o sin tratamiento sustitutivo de la función renal e identificar las más comunes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

- TIPO DE ESTUDIO: Descriptivo.
- Por el objetivo general: Observacional.
- Por maniobra que realizará el investigado: Homodémico.
- Por el número de veces que se medirán las variables: Transversal

- Por la obtención de los datos: Prospectivo
- Por número de centros a participar: Unicéntrico.

#### UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL:

En el Hospital General de Zona no 20 IMSS 6 meses a partir de autorización del protocolo.

#### POBLACIÓN DE ESTUDIO:

Derechohabientes del IMSS mayor a 18 años, ambos géneros, con diagnóstico de Enfermedad renal crónica con o sin tratamiento sustitutivo de la función renal con datos por laboratorio de hiperkalemia moderada y severa durante el período que dure el presente estudio que acudan al Servicio de Urgencias.

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN:

##### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Expedientes de pacientes mayores de 18 años derechohabiente del IMSS
- Ambos géneros
- Pacientes que cuenten con diagnóstico de enfermedad renal crónica con o sin tratamiento sustitutivo de la función renal
- Que cuenten con resultados de laboratorio con hiperkalemia moderada y severa.
- Con carta de consentimiento informado firmado.
- Pacientes que cuenten en su expediente con electrocardiograma durante su estancia en el Servicio de Urgencias.

##### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Expedientes de pacientes con datos incompletos.
- Patologías que generen cambios electrocardiográficos agregados: derrame pericárdico, pericarditis, miocarditis, tamponade cardiaco, etc.

## CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Expedientes con electrocardiogramas mal tomados.

## ESTRATEGIA DE TRABAJO:

En el presente estudio se incluyeron todos los expedientes de pacientes que hayan ingresado al HGZ20, en quienes se realizó la búsqueda de expedientes en el área de archivo del hospital y cuyo diagnóstico incluyeron la Enfermedad Renal Crónica con los criterios de inclusión descritos previamente, recolectando los datos de laboratorio de ingreso, así como de electrocardiogramas tomados.

Una vez obtenido los datos de dichos expedientes, se procedió al análisis de los datos obtenidos con nuestro instrumento de recolección de datos e identificar cuáles son los principales cambios electrocardiográficos en pacientes que cumplen criterios de hiperkalemia moderada y severa, así como de los objetivos específicos ya mencionados con anterioridad.

## TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Se calculo el tamaño de la muestra de 251 pacientes registrados conforme al mes de agosto 2019, de acuerdo a calculadora estadística con una población de 251 pacientes, nivel de confianza del 95%, margen de error de 5% da un total de muestra de 153 pacientes.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

n tamaño de la muestra

p la proporción esperada 5%=0.05

Z es el nivel de confianza = 1.96

q la variabilidad negativa 1-p = 1-0.05=0.95

N tamaño de la población = 153 pacientes

d es la precisión 5%= 0.05

## TIPO DE MUESTREO

El tipo de muestreo del presente protocolo será consecutivo no probabilístico

Se utilizó el análisis de expedientes clínicos, recopilando paraclínicos (química sanguínea y gasometría) con electrocardiogramas, mediante estadística descriptiva de lo encontrado.

**TIEMPO A DESARROLLARSE:** 6 meses posterior a la aprobación de este protocolo.

## DEFINICION DE VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICION:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR	VALOR O MEDIDA
<b>EDAD</b>	Tiempo de un ser vivo desde que nace hasta la fecha.	Número de años vividos hasta el día de su atención médica	Cuantitativa	Discreta	Referido por en el expediente	1.- Años
<b>GENERO</b>	Características fenotípicas que diferencian a un hombre de una mujer	Diferencias físicas entre hombres y mujeres que encontramos durante la exploración física.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Referido por en el expediente	1.- Hombre 2.- Mujer

<b>NIVEL DE POTASIO EN SANGRE</b>	Cantidad presente de potasio en sangre expresada en mEq/L.	Característica cuantitativa determinada por laboratorio que determina el potasio en sangre expresada en mEq/L.	Cualitativa	Dicotómica	Parámetros de laboratorio	1.- Moderado: 6.1-6.9mEq/l 2.Severo: >7.0mEq/l
<b>MODALIDAD DE ERC</b>	La modalidad de la enfermedad renal crónica (ERC) se define como la condición de tratamiento que sustituye el funcionamiento renal.	Carácter cualitativo que determina el tratamiento de la ERC.	Cualitativa	Dicotómica	Referido por en el expediente	1.-Con tratamiento sustitutivo 1aDialisis peritoneal 1b Hemodiálisis 2.-Sin tratamiento sustitutivo
<b>CAMBIO S</b>	Aquellas modificac	Carácter cualitativo	Cualitativa	Nominal	EKG	1.-Con cambios

<b>ELECTROCARDIOGRÁFICOS</b>	iones del trazo eléctrico (ondas, segmentos, complejos) que modifican la estructura del electrocardiograma.	que determina modificaciones en la estructura normal de un electrocardiograma.		dicotómica	(Elevación onda T, Bloqueo AV, QRS ancho, Elevación del ST, Bloqueos de rama D/I., Inversión onda T, FA o TV, Extrasístoles ventriculares ) 2.-Sin cambios.
------------------------------	---	--	--	------------	--

## ESTRATEGIA DE TRABAJO

El presente protocolo de estudio se sometió a evaluación por parte del CLIS.

Una vez autorizado, se realizó la siguiente estrategia de trabajo:

- Se identificaron mediante revisión de expedientes en el área de archivo del hospital, a los derechohabientes mayores de 18 años de edad que acudieron al servicio de Urgencias del HGZ 20 y que cumplieron con los Criterios de Selección.
- Mediante vía telefónica se les invitó a los pacientes a ingresar al protocolo de estudio, previa explicación clara y detallada, con autorización del consentimiento informado por parte del paciente y/o del responsable del mismo.
- Se identificaron los datos personales, los cuales fueron recolectados en el “instrumento de recolección de datos”.

– Se procedió una revisión exhaustiva de sus expedientes en el área de archivo con revisión de electrocardiograma(s) y paraclínicos tomados durante el tiempo de estancia en el Servicio de Urgencias del HGZ 20.

- Se realizó el llenado del “instrumento de recolección de datos” mediante la toma de datos del expediente clínico del paciente relacionados con la enfermedad renal y los resultados de laboratorio, haciendo énfasis en la determinación de potasio.

– Posterior a ello se vaciaron todos los datos obtenidos del instrumento de recolección de datos en el programa estadístico SPSS.

## RECOLECCIÓN DE DATOS

El proceso de recolección de datos se realizó en el momento en que se terminó de reclutar a los 153 pacientes en quienes se realizó el llenado del “instrumento de recolección de datos”, con posterior revisión de electrocardiograma y paraclínicos, completando la última parte del formato instrumento de recolección de datos” para su posterior análisis.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Toda la información recolectada en el “Instrumento de recolección de datos” se efectuó mediante medidas de tendencia central y de dispersión, utilizando la prueba Chi cuadrada para determinar la asociación entre nuestras variables nominales de interés; de acuerdo con la distribución de los datos se vaciaron en el programa estadístico SPSS v.25, el adecuado procesamiento de los datos obtenidos, dándolos a conocer mediante tablas y gráficas.

## LOGÍSTICA:

### RECURSOS HUMANOS

Recursos Humanos, integrados por:

Dr. Daniel Canaán Pérez. Medico Urgenciólogo adscrito al Hospital General Zona 20 IMSS. Matricula:99223385.

Dr. Jorge Ayón Aguilar. Coordinador auxiliar médico de investigación en salud ÓOAD puebla matrícula: 99222553

Dr. Fernando Arthur Aguirre. Médico Cardiólogo adscrito al Hospital General Zona 20 IMSS. Matricula: 99315004.

Dr. Emmanuel Palacios Poblano. Médico Residente de la especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas en el HGZ No. 20. Matricula 97225416

## RECURSOS MATERIALES

b) Recursos materiales:

Se contaron con las instalaciones del servicio de archivo clínico del Hospital General Zona 20 IMSS, expedientes clínicos, plumas y lápices para el registro de cuestionarios, consentimientos informados, teléfono particular, biblioteca, equipo de cómputo, impresora, internet, software estadístico y hojas de recolección de datos.

## RECURSOS FINANCIEROS

Propios de los investigadores y de la unidad médica que se proporcionaron.

## FACTIBILIDAD

La investigación planteada se consideró factible de ser realizada, por contar con todos los recursos disponibles, tanto del personal, así como de instalaciones, sin necesidad de financiamiento externo.

## ASPECTOS ETICOS:

La bioética es el estudio sistemático de la conducta humana en el ámbito de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, examinada a la luz de los valores y de los principios morales. El presente estudio está sujeto a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a investigación son particularmente vulnerables y necesitan protección especial; estas incluyen a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos y a los que pueden ser vulnerables a coerción o influencia indebida. El presente estudio observa los principios enunciados en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) adoptada por la 18ª Asamblea General de la AMM, Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea de la AMM, Tokio, Japón, octubre 1975, 35ª Asamblea de la AMM, Venecia, Italia, octubre 1983, 41ª Asamblea

general de la AMM, Hong Kong, septiembre 1989, 48ª Asamblea Somerset West, África, octubre 1996, 52ª asamblea de la AMM, Edimburgo, Escocia, octubre 2000; 53ª asamblea general de la WMA, Washington 2002 (nota aclaratoria agregada en el párrafo 29); 55ª asamblea General de la AMM, Tokio, Japón 2004 (nota aclaratoria agregada en el párrafo 30), 59ª Asamblea General de la AMM, Seúl, octubre 2008. La cual es una propuesta de principios éticos que sirven para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación 28 médica en seres humanos y establece que el deber del médico es promover y velar por la salud de las personas y los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber. Así mismo, se apega a las normas éticas propuestas en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su Título primero (Disposiciones Generales) artículo 3º, apartado II, al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social, Título Segundo (de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos), Capítulo I, artículo 13º (en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar); considerando también el artículo 16, donde dice que en las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándose sólo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice. **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN PARA LA SALUD:** De acuerdo a este Reglamento, títulos del primero al sexto y noveno de 1987. Norma Técnica No. 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigación en las Instituciones de Atención a la Salud. En el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, el cual considera a la presente investigación como con riesgo mínimo, al ser un estudio prospectivo donde se recabarán datos mediante una entrevista al paciente y su expediente. **DECLARACIÓN DE HELSINKI:** Con base en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los principios éticos para la investigación en salud en seres humanos con última revisión en Escocia, octubre 2000. En su Artículo 100: La investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases: I. Deberá adaptarse a los principios científicos y

éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica; II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo; III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación; IV. Se deberá contar con el consentimiento informado por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación o de su representante legal 30 en caso de incapacidad legal de aquel, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud; V. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes. La realización de estudios genómicos poblacionales deberá formar parte de un proyecto de investigación; VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento si sobreviene el riesgo de lesiones graves, discapacidad o muerte del sujeto en quien se realice la investigación; VII. Es responsabilidad de la institución de atención a la salud proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño, si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente corresponda. **CÓDIGO DE NUREMBERG:** El experimento debe realizarse con la finalidad de obtener resultados fructíferos para el bien de la sociedad que no sean asequibles mediante otros métodos o medios de estudio y no debe ser de naturaleza aleatoria o innecesaria. **INFORME DE BELMONT:** Es importante distinguir entre investigación biomédica y del comportamiento, por una parte y, por la otra, la práctica de una terapia aceptada; ella para saber qué actividades deben sufrir revisión para protección de los sujetos humanos de investigación. La distinción entre investigación y práctica se desdibuja en parte porque a 31 menudo ambas se dan juntas (como en la investigación diseñada para evaluar una terapia) y también, porque con frecuencia se llama "experimental" a un alejamiento notable de la práctica estándar, sin haber definido cuidadosamente los términos "experimental" e "investigación". Finalmente, en esta investigación todos los individuos serán tratados como personas autónomas, se les detallarán las características del estudio informándoles que ha sido registrado y aprobado ante el

CLIS y que su decisión de participar será libre y voluntaria, señalando que pueden retirarse del estudio en el momento que lo deseen, pudiendo informar o no las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad; en caso de aceptar participar en este estudio, se manejarán sus datos con estricta confidencialidad, exponiéndoles que su participación permitirá la obtención de nuevo conocimiento en beneficio de ellos mismos y de otros pacientes y que, en el transcurso del estudio, podrán solicitar información actualizada sobre el mismo. Cumpliendo así de esta manera los principios contenidos en la Declaración de Helsinki, el Informe Belmont y Códigos y Normas Nacionales e Internacionales vigentes para las buenas prácticas de la investigación clínica.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>CAMBIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN PACIENTES CON HIPERKALEMIA MODERADA Y SEVERA EN LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS</b>						
Actividades	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES	CUARTO MES	QUINTO MÊS	SEXTO MES
Búsqueda bibliográfica	X					
Redacción del protocolo	X					
Aprobación del protocolo		X				

Recolección de información			X	X		
Análisis de datos				X	X	
Escrito final y publicación						X

## RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se analizó una muestra de 153 pacientes con enfermedad renal crónica, con datos de hiperkalemia tanto moderada como severa, con la finalidad de determinar la presencia de cambios electrocardiográficos.

Con respecto a la edad de nuestros pacientes se encontró que el rango máximo de los estudiados fue de 92 años, así como una edad mínima de 19 años, encontrando en mayor proporción un rango de edad entre 55-65 años de nuestros pacientes.

Con respecto al género, se observó que el sexo masculino conto con una mayor proporción del total de la muestra, con un porcentaje del 65.4% en contraparte con el sexo femenino correspondiendo al 34.6% del total, tal como se muestra en la figura 1.

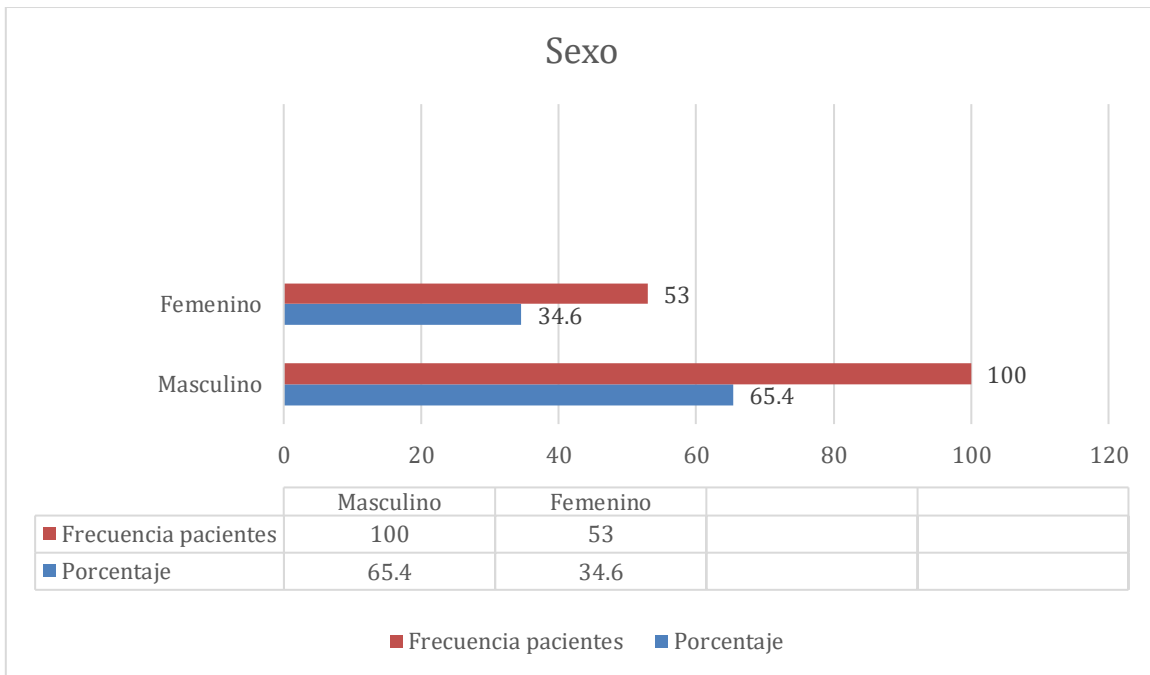


Figura 1

Asimismo, se evaluaron los niveles de potasio sérico de los pacientes, agrupándose en 2 grupos por nivel de gravedad, en hiperkalemia moderada con un total de 83 pacientes correspondiendo al 54.25% de los casos y severa con 70 pacientes que representan el 45.75% del total, tal como se muestra en la figura 2.

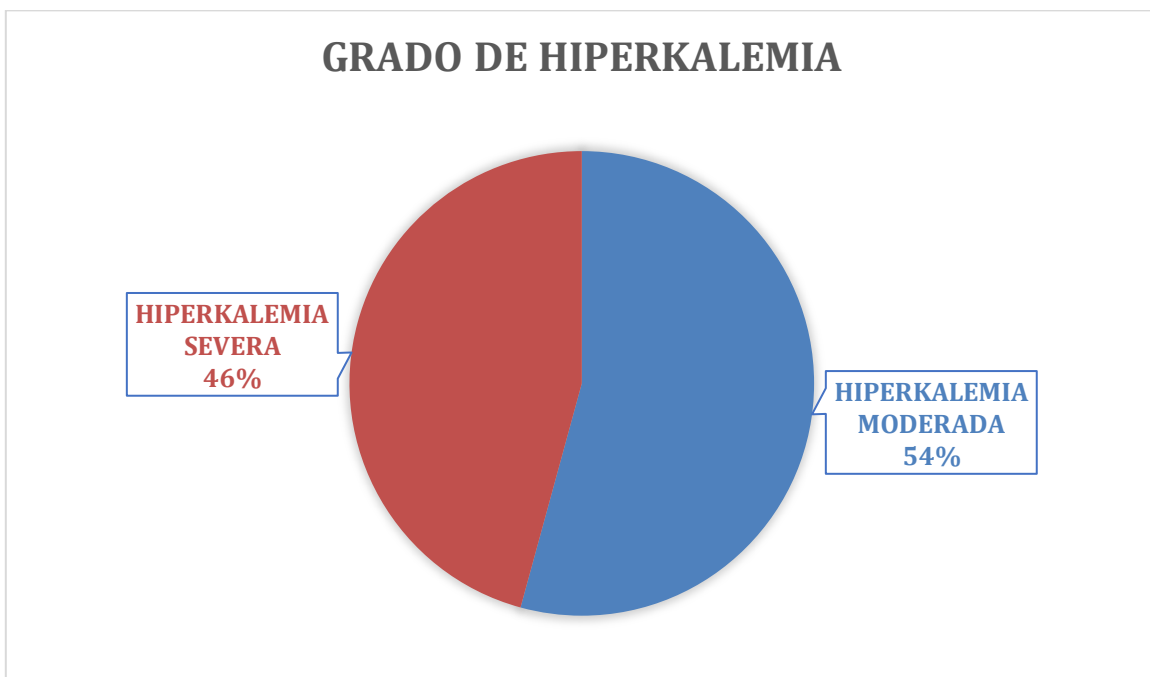


Figura 2

Cabe destacar respecto a los niveles potasio séricos encontrados en nuestros pacientes, con una determinación mínima de 6.0 mEq/L y máxima de 9.5mEq/L, identificando que gran parte de los pacientes contaban media de 6.88mEq/L, tal como se muestra en la siguiente campana de Gauss (figura 3):

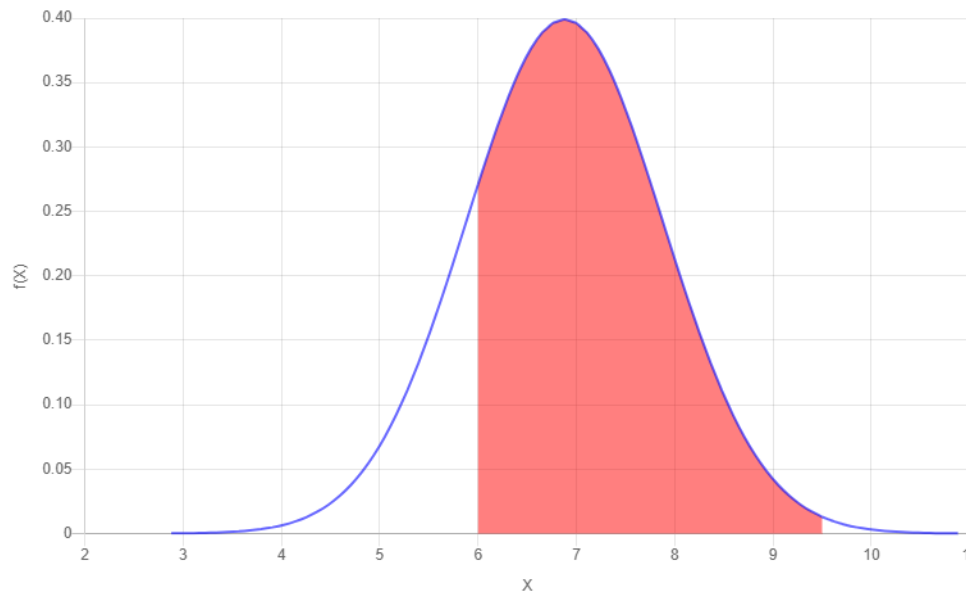


Figura 3

Es importante destacar que se evaluaron las principales comorbilidades asociadas a la ERC tal como la hipertensión y la diabetes tipo 2, en el que se reportaron del total de casos, 36 pacientes con Diabetes tipo 2, 54 pacientes con hipertensión arterial sistémica con y 48 pacientes con diabetes e hipertensión arterial; en contraparte con una cantidad menor de 15 pacientes sin presentar comorbilidades, tal como se muestra en la figura 4:

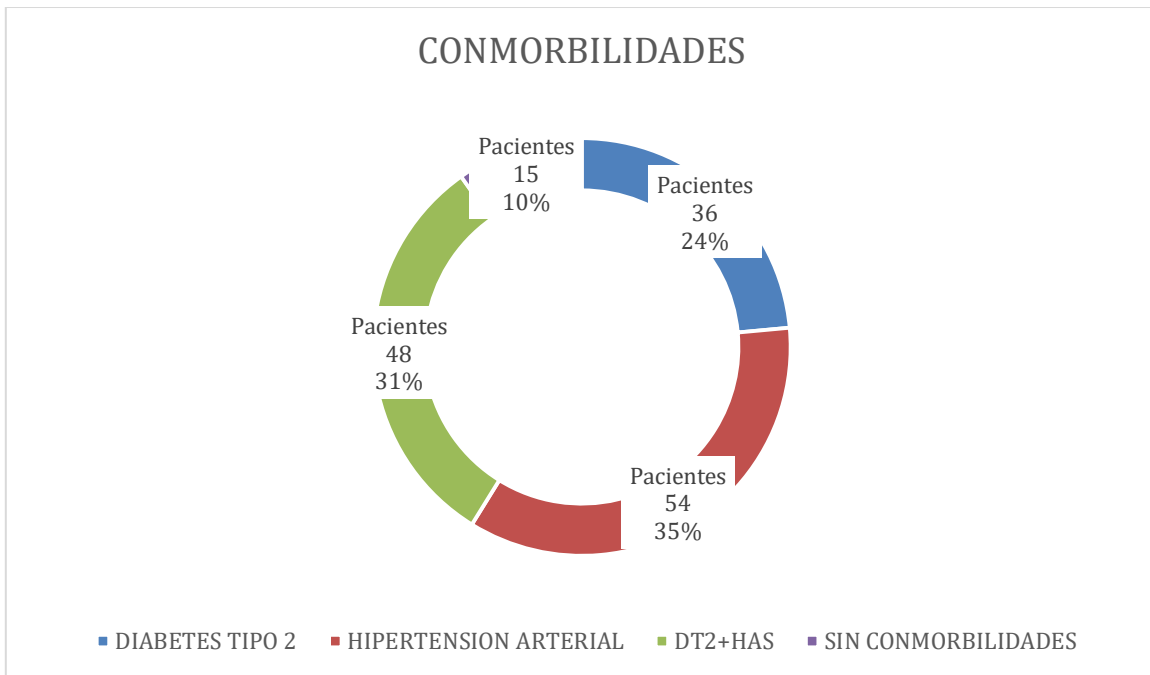


Figura 4

Respecto a la modalidad de tratamiento 116 pacientes que corresponden al 75.81% reciben tratamiento sustitutivo de los cuales 44 pacientes reciben tratamiento con diálisis peritoneal (28.8%) y 72 pacientes cursando con hemodiálisis (47.1%). Considerando pacientes que no reciben tratamiento sustitutivo del total de la muestra el 24.1%, conforme a los que se muestra en la figura 5:

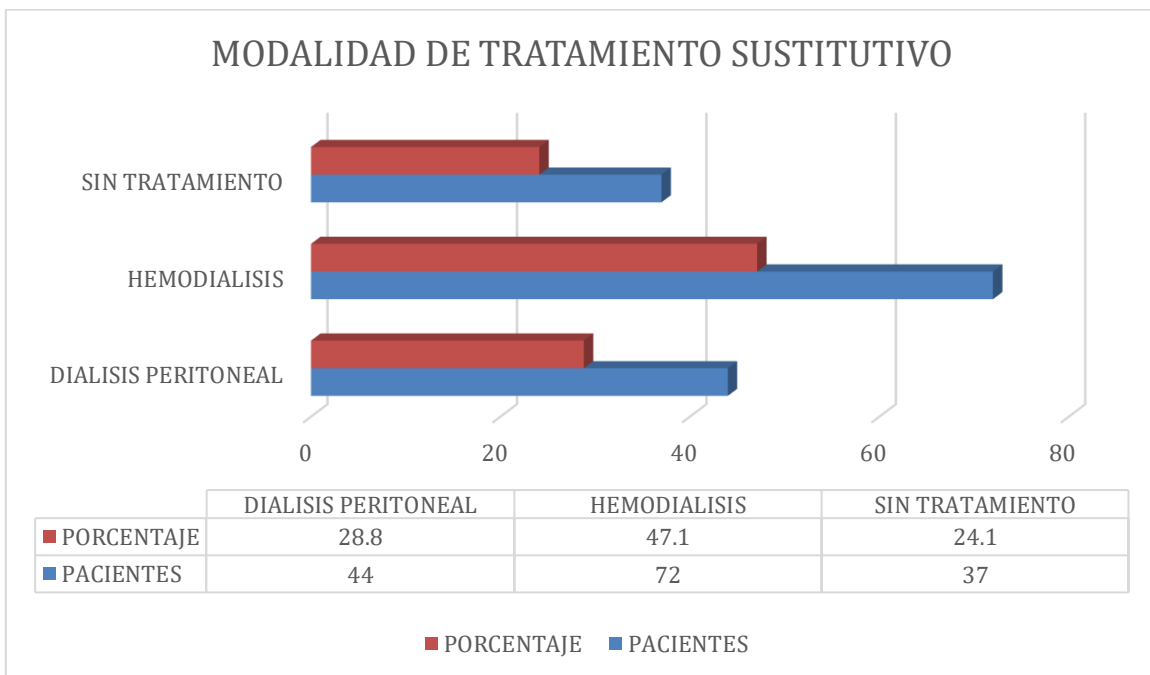


Figura 5

En este estudio encontramos que, de nuestros 153 pacientes, 110 pacientes presentaron cambios electrocardiográficos (72.6%) en contraparte con nuestros 43 pacientes quienes no presentaron cambios electrocardiográficos (27.4%), tal como se muestra en nuestra figura 6:

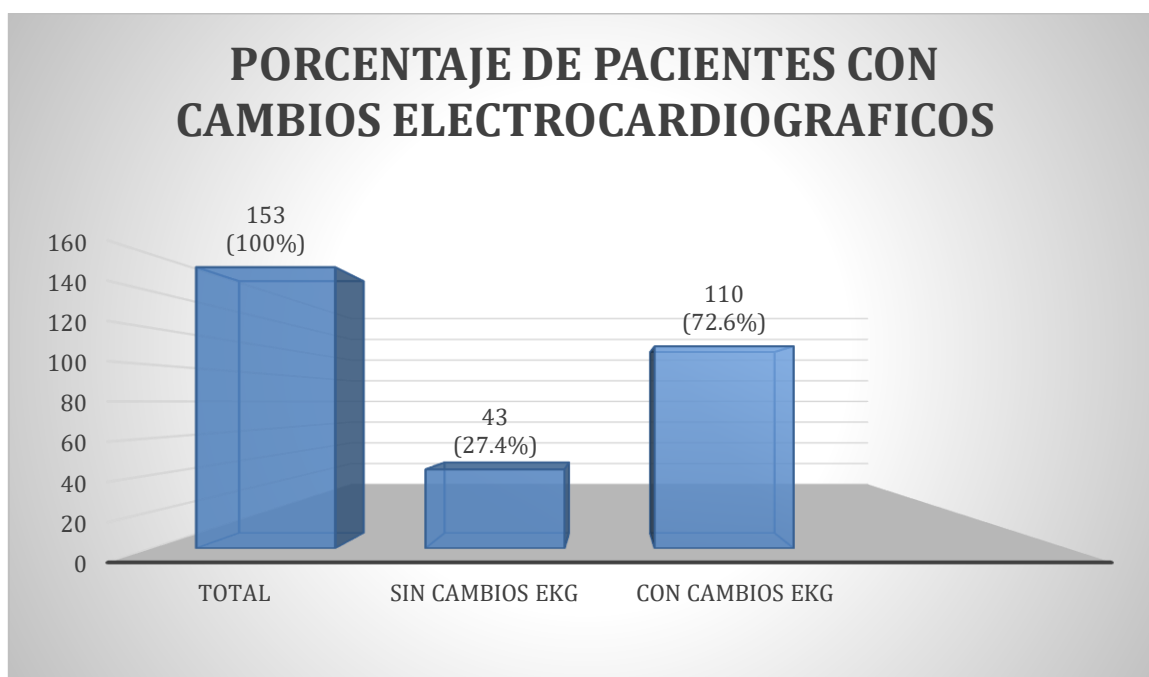
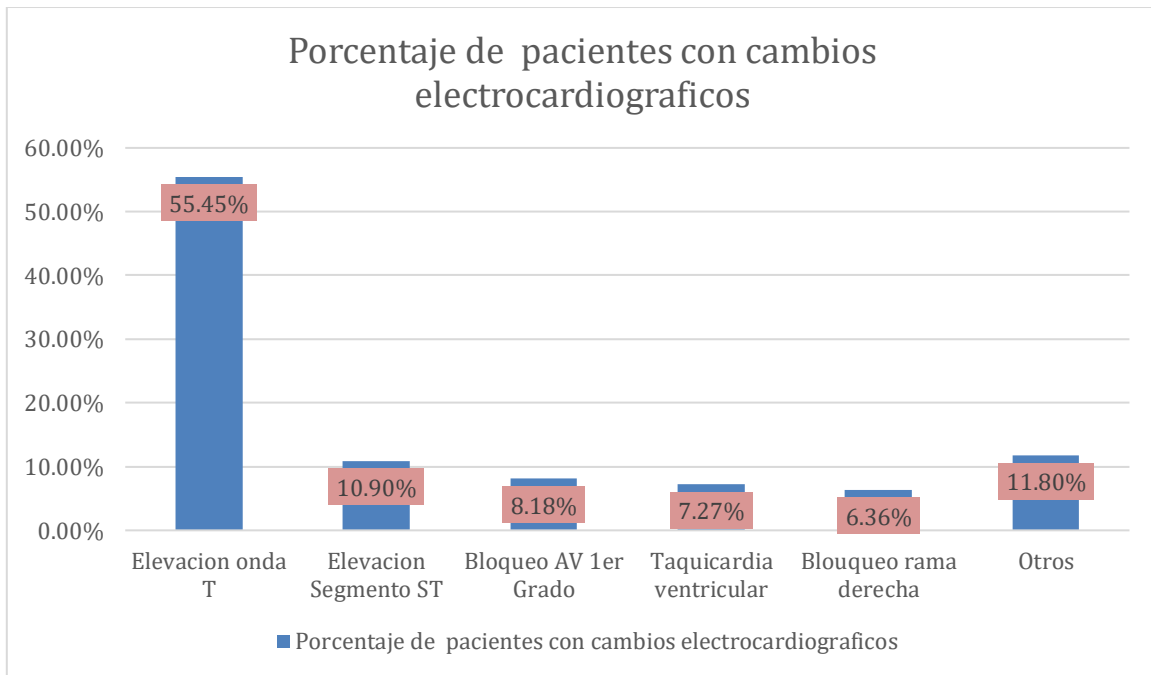


FIGURA 6

Los cambios electrocardiográficos encontrados en nuestro estudio corresponden a datos de kalocitosis: (Elevación de la onda T) con 61 pacientes(55.45%), Elevación del segmento ST de concavidad superior con 12 pacientes (10.9%), presencia de Bloqueo AV 1er grado con 9 pacientes (8.18%), Taquicardia ventricular con 8 pacientes(7.27%) , Bloqueo de rama derecha con 7 pacientes (6.363%) así como otros cambios (Bloqueo AV 2do grado, Bloqueo AV 3er grado, Bloqueo rama izquierda, extrasístole ventricular, QRS ancho, asistolia) en 13 pacientes (11.81%). Tal como se muestra en la figura 7:



**FIGURA 7**

De acuerdo a los cambios encontrados, por grado de hiperkalemia: 34 pacientes presentaron elevación de la onda T en comparación con los 27 encontrados con hiperkalemia moderada. 7 pacientes con hiperkalemia severa presentaron elevación del segmento ST en comparación con los 5 pacientes con hiperkalemia moderada. Contrariamente 2 pacientes con hiperkalemia severa presentaron Bloqueo AV primer grado respecto a los 7 pacientes con hiperkalemia moderada. 5 pacientes con hiperkalemia severa presentaron taquicardia ventricular en contraparte con 3 pacientes con hiperkalemia moderada. Respecto a la identificación de bloqueo de rama derecha con hiperkalemia severa se identificaron 5 pacientes, respecto a 2 con hiperkalemia moderada.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25.762 <sup>a</sup>	1	.000		
Corrección de continuidad	23.947	1	.000		
Razón de verosimilitud	28.703	1	.000		
Prueba exacta de Fisher				.000	.000
Asociación lineal por lineal	25.593	1	.000		
N de casos válidos	153				

Finalmente, con relación a la prueba de chi cuadrada realizada para encontrar asociación entre el nivel de hiperkalemia y cambios electrocardiográficos se otorga un resultado de  $p < 0.000$ , lo cual es estadísticamente significativo, determinando que si hay asociación de estas 2 variables.

## DISCUSION

La ERC es una de los principales problemas de salud a nivel mundial, de gran importancia en la presentación de hoy en día en nuestra población. Yusuf Akeem y colaboradores en un estudio de tipo cohorte retrospectivo encontraron que la edad y género en los cambios electrocardiográficos reportados tuvo una edad media de 63 años, en el que alrededor del 56% eran hombres; en nuestro estudio se consideró que la edad y genero son factores importantes a considerar, resultando el género masculino como predominante en dichos cambios, con una edad media de edad entre los 55 a los 65 años.

Asimismo se identificaron las principales comorbilidades asociadas en nuestros pacientes tales como la hipertensión y la diabetes tipo 2, en el que se reportaron en su conjunto más del 90% del total de los casos, con dichos resultados concordantes al estudio realizado por Zaidan y colaboradores en el 2019, en el que se mencionan las anomalías electrocardiográficas en pacientes con enfermedad renal crónica ,siendo las causas más frecuentes: la hipertensión arterial en un 78% y la diabetes tipo 2 en un 55% de los casos.

Acker y colaboradores en su estudio prospectivo reveló el 46% de todos los pacientes con un potasio sérico de 6 mEq/L tuvieron cambios electrocardiográficos atribuidos a la hiperkalemia, por lo se requirió la necesidad de haber considerado para la identificación de los cambios electrocardiográficos en nuestros pacientes, tomando como referencia niveles de hiperkalemia moderada y severa, descartando la opción de considerar pacientes con hiperkalemia leve.

También, Genovesi y colaboradores, en un estudio en pacientes en hemodiálisis, se demostró la presencia de hiperkalemia como un predictor de muerte súbita posterior a 3 años de seguimiento; en nuestro estudio dentro de las modalidades de

tratamiento sustitutivo la hemodiálisis constituyo el 47.1%, identificando hasta el 75% de estos pacientes la presencia de cambios electrocardiográficos.

Considerando los niveles de potasio para dicho estudio se ofreció mediante esta investigación una mayor oportunidad de identificar alteraciones electrocardiográficas en nuestros pacientes del Hospital General Zona 20 IMSS.

El presente estudio se realizó con la finalidad de investigar los cambios electrocardiográficos en la enfermedad renal crónica (ERC) en pacientes que presentaran datos de hiperkalemia moderada y severa, decidiendo recabar expedientes con estudios de laboratorio que con medición de potasio sérico mayor a 6mEq/L y que cuente con electrocardiograma para su posterior análisis.

En nuestro estudio se determinó que la edad más frecuente de presentación en relación con la hiperkalemia moderada y severa en pacientes con ERC, se encuentra en el rango 50-60 años, con una media de 57 años, siendo el sexo masculino, el más frecuente, quien representa el 65.4% de la muestra total.

Las anomalías del electrocardiograma son comunes entre pacientes con ERC en etapas tardías de pacientes sin diálisis peritoneal, dado el hecho de que la ERC a largo plazo influye en la patogenia cardiovascular. Se encontró en mayor porcentaje que los pacientes que cumplieron dichos criterios de inclusión, contaban con tratamiento sustitutivo de la función renal, siendo el más frecuente la hemodiálisis en el 47.1%, seguido de diálisis peritoneal en un 28.8% y sin tratamiento sustitutivo con 24.2% de la muestra total.

Elmoheen A, Mishreky LM et al. comentan en su estudio , que los cambios electrocardiográficos incluyen: elevación de la onda T, prolongación progresiva del intervalo PR , ensanchamiento del complejo QRS así presencia de bloqueos auriculoventriculares, fusión del complejo QRS con la onda T y en ocasiones la formación de “onda seno”, o sinusoidal, en el electrocardiograma; en menor porcentaje se reportan la desaparición de la onda P así como la presencia de fibrilación ventricular , asistolia, bloqueos de rama, y la depresión o elevación del segmento ST. En nuestro estudio si bien no se identificaron todos aquellos cambios, es relevante mencionar que los más frecuentes en nuestro hospital llegaron a

correlacionar con dichos estudios siendo los más frecuentes: la elevación de la onda T (55.45%), la elevación del segmento ST (10.9%), el Bloqueo AV 1er Grado (8.18%), la taquicardia ventricular (7.27%) así como el bloqueo de rama derecha del has de His (6.36%).

Por lo tanto, nuestro estudio sostiene la importancia del electrocardiograma como un buen predictor de cambios que sustancialmente, implican en el pronóstico del paciente, demostrando que dichos hallazgos, no difieren de los ya descritos en estudios previos, por lo tanto, existe una relación estrecha entre los niveles de hiperkalemia moderada y severa con los cambios electrocardiográficos descritos, siendo un estudio estadísticamente significativo , determinando que si hay asociación de estas 2 variables.

Finalmente cabe destacar que los resultados obtenidos, pueden servir como oportunidad a nuevas investigaciones e incluso dar seguimiento a nuestros pacientes, en beneficio en la mejora de la calidad de vida, identificación oportuna de posibles complicaciones y en consecuencia un adecuado manejo en el tratamiento de nuestros pacientes

## CONCLUSION

Se concluye, que existen cambios electrocardiográficos en pacientes con niveles séricos de hiperkalemia moderada y severa, en el contexto de la enfermedad renal crónica; siendo el electrocardiograma una herramienta importante en el diagnóstico y determinación de posibles complicaciones aunadas a este, considerando dicha

herramienta como elemento de bajo costo, accesible, así como de fácil interpretación. Consideramos la importancia de utilizarlo en el diagnóstico, con la finalidad de detectar oportunamente la presencia de arritmias letales.

Mediante los resultados obtenidos, se plantea la posibilidad de identificar en este tipo de pacientes, de forma temprana, las posibles alteraciones que puedan presentarse, de manera oportuna, durante su ingreso al servicio de urgencias, así como el monitoreo continuo, en la determinación de niveles séricos de potasio durante su estancia en la unidad, lo que permitiría mejorar el pronóstico de nuestros pacientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

- 1) Carracedo J. y Ramírez R. Fisiología Renal. Sociedad Española de Nefrología.2020.1(1).
- 2) DuBose, T. Regulación de la Homeostasis potásica en la ERC. Avances en enfermedad renal crónica. ACKD.2017,24(5),305–314.
- 3) Shafi, Salman et al. “ECG Abnormalities In Patients With Chronic Kidney Disease.” Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC. 2017.29,1: 61-64.
- 4) Martínez GG, Guerra DE, Pérez MD. Enfermedad renal crónica, algunas consideraciones actuales. Mul Med. 2020;24(2):464-469.
- 5) Sánchez E. et al. Revisión y actualización en Nefropatía Mesoamericana. Revista Clínica de la Escuela de Medicina. 2019. 8-15.
- 6) KDIGO 2020 Clinical Practice Guideline for Diabetes Management in Chronic Kidney Disease. Riñón internacional, 2020.98(4), S1-S115.
- 7) Palmer BF, DJ de Clegg. Tratamiento de anomalías de homeostasis potasio en ERC. Adv Dis Renal Crónico 2017 Sep;24(5):319-324.
- 8) Rivera-Juárez A, et al. Alteraciones graves del potasio plasmático: prevalencia, caracterización clínica electrocardiográfica y su pronóstico. REC CardioClinics. 2021.Vol 56. No2, pp98-107.
- 9) Dhondup T, Qian Q. Ácido-Base y trastornos electrolíticos en pacientes con y sin enfermedad renal crónica: Una actualización. Riñón Dis (Basilea). 2017;3(4): pp136-148.
- 10) Elmoheen A, Mishreky LM, Albeiruti S, Elanani RH, Azad A. Hiperkalemia persistente grave con cambios de electrocardiograma en un paciente con hiperaldosteronismo. Cureus. 2020 6;12(11).
- 11) Bianchi S, Aucella F, De Nicola L, Genovesi S, Paoletti E, Regolisti G. Gestión de la hiperkalemia en pacientes con enfermedad renal: un documento de posición avalado por la Sociedad Italiana de Nefrología. J Nefrol. 2019 Ago;32(4):499-516.
- 12) Biff F. Palmer et al. Clinical Management of Hyperkalemia, Mayo Clinic.20201;96(3):744-762.

- 13) Bohorquez J. Diagnostic Conceptions and Management of Hyperkalemia in the Patient with Chronic Renal Disease: Review of a Clinical Case. *iMED Pub Journals*.2020 ,16 (2).
- 14) Galloway CD, Valys AV, Shreibati JB, et al. Desarrollo y validación de un modelo de aprendizaje profundo para detectar hiperkalemia a partir del electrocardiograma. *JAMACardiol*. 2019;4(5):428–436.
- 15) Seliger, Stephen L. "Hiperkalemia en pacientes con insuficiencia renal crónica." *Nefrología, diálisis, trasplante: publicación oficial de la Asociación Europea de Diálisis y Trasplantes*. European Renal Association 2019.vol. 34, pp iii12-iii18.
- 16) Pilia N, Severi S, Raimann JG, Genovesi S, Dössel O, Kotanko P, Corsi C, Loewe A. Cuantificación y clasificación de trastornos del potasio y calcio con el electrocardiograma: ¿Qué nos dicen los estudios clínicos, el modelado y la reconstrucción? *Bioeng APL*. 2020, 2;4(4).
- 17) Durfey N, Lehnhof B, Bergeson A, et al. Severe Hyperkalemia: ¿Can the Electrocardiogram Risk Stratify for Short-term Adverse Events?. *Oeste J Emerg Med*. 2017;18(5):963-971. doi:10.5811/westjem.2017.6.33033
- 18) Sung C., Kwak J. Hwang S. Bae J." Severe hyperkalemia can be detected immediately by quantitative electrocardiography and clinical history in patients with symptomatic or extreme bradycardia: A retrospective cross-sectional study *Journal of Critical Care*". vol. 28,6 (2013): 1112.e7-1112.e13.
- 19) Varga C, Kálmán Z, Szakáll A, et al. ECG alteraciones sugestivas de hiperpotasemia en pacientes normokalémicos versus hiperpotasémicos. *BMC Emerg Med*. 2019;19(1):33. Publicado el 31 de mayo de 2019. doi:10.1186/s12873-019-0247-0
- 20) Rafique Z, Aceves J, Espina I, Peacock F, Sheikh-Hamad D, Kuo D. ¿Pueden los médicos detectar hiperpotasemia basada en el electrocardiograma? *Am J Emerg Med*. 2020 Ene;38(1):105-108. doi: 10.1016/j.ajem.2019.04.036.
- 21) Lin CS, Lin C, Fang WH, et al. Un algoritmo de aprendizaje profundo (ECG12Net) para detectar hipopotasemia e hiperpotasemia por electrocardiografía: desarrollo de algoritmos. *JMIR Med Informar*. 2020;8( 3):e15931. Publicado 2020 Mar 5. doi:10.2196/15931

ANEXOS:

CONSENTIMIENTO INFORMADO



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD CARTA DE CONSENTIMIENTO**  
**INFORMADO**  
**(ADULTOS)**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN**

Nombre del estudio:	CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN PACIENTES CON HIPERKALEMIA MODERADA Y SEVERA EN LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS
Lugar y fecha:	Hospital General de Zona número 20 del Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla.
Número de registro:	En proceso
Justificación y objetivo del estudio:	Estimada(o) Derechohabiente, Se le invita a participar en una investigación que tiene por objetivo ver en su expediente clínico los resultados de una muestra de su sangre llamado potasio y ver si cuando se eleva ese potasio, hay cambios o alteraciones en un estudio de corazón llamado electrocardiograma y así ver cuáles son los cambios más frecuentes, siempre y cuando usted tenga diagnosticado la enfermedad renal crónica y esté o no con diálisis o hemodiálisis.
Procedimientos:	El estudio consiste en revisar los resultados de laboratorio en su expediente, así como ver sus estudios del corazón (electrocardiogramas) y de esa forma recolectar datos. Nosotros solo le realizaremos preguntas para tomar sus datos como nombre, fecha de nacimiento, edad y otros datos generales. La muestra de sangre que le tomarán, será propia de su tratamiento, eso ya va incluido en la valoración que le realizará su médico tratante, así como el estudio del corazón, también es propio de su tratamiento integral. Las preguntas que le hagamos, tomarán menos de 5 minutos.
Posibles riesgos y molestias:	Usted no corre ningún tipo de riesgo, ya que solo tomaremos los datos de los estudios que están en su expediente clínico. Podrá tener molestias cuando se le realice el estudio del corazón (electrocardiograma) ya que puede afectar su pudor e incluso molestias al sentir un "chupete" en su pecho cuando se le pongan los cables para tomarle el electrocardiograma. También podrá sentir alguna molestia o, incluso, dolor, cuando se le toman las muestras de sangre.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Gracias a su participación podremos mejorar la atención a futuros pacientes con enfermedad del riñón y ver que problemas de corazón podemos identificar cuando tienen el potasio elevado.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Usted podrá solicitar alguna información que requiera a los investigadores responsables del estudio y con gusto podremos otorgársela, en el momento que Usted la solicite, siempre y cuando solo sea información sobre Usted, ya que no podemos otorgarle información de otros pacientes, porque debemos resguardar esos datos.
Participación o retiro:	Usted podrá participar o no, e incluso, podrá retirarse del estudio, si primero aceptó a ingresar, en el momento que Usted lo decida, sin que esto repercuta en la atención dada hacia Usted o a sus familiares. Usted continuará recibiendo la atención necesaria.
Privacidad y confidencialidad:	Se mantendrán en privado los datos de su expediente clínico y de ninguna manera se darán a conocer datos personales que permitan dañar su integridad.
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes:	Al ver que su potasio está elevado en su sangre, se le aplicarán los medicamentos necesarios para impedir que siga elevándose o para disminuirlo.
Beneficios al término del estudio:	Al finalizar el estudio, el beneficio será dar una mejor atención médica a futuros pacientes para identificar en buen tiempo ,los cambios en el estudio de corazón llamado electrocardiograma cuando tengan el nivel potasio alto ,
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dr. Daniel Canaan Pérez Medico Urgenciólogo Adscrito del HGZ20 IMSS. Matricula: 99223385 Correo electrónico: <a href="mailto:dancanaan@gmail.com">dancanaan@gmail.com</a>
Colaboradores:	Dr. Jorge Ayón Aguilar. Coordinador auxiliar médico de investigación en salud ÓOAD Puebla matrícula: 99222553 celular: 22-28-61-89-44 Correo electrónico: <a href="mailto:jorge.ayona@imss.gob.mx">jorge.ayona@imss.gob.mx</a> Dr. Fernando Arthur Aguirre. Medico Cardiólogo Adscrito del HGZ20 IMSS Matricula 99315004. Celular:2221623688. Correo electrónico: <a href="mailto:fernarthur@hotmail.com">fernarthur@hotmail.com</a> Dr. Emmanuel Palacios Poblano Médico Residente de primer año de la especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas en el HGZ No. 20. Matricula 97225416.Celular 2211294793.Correo electrónico: <a href="mailto:emmasoicalap@gmail.com">emmasoicalap@gmail.com</a>
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a:	Comité de Ética en Investigación 21088 del H.G.Z. 20 del IMSS. Avenida Fidel Velázquez 4211, Col. Infonavit La Margarita, Puebla, Puebla, C.P.: 72560, correo electrónico: <a href="mailto:cei21088pue@gmail.com">cei21088pue@gmail.com</a>

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del sujeto  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento  
Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

## CARTA DE CONFIDENCIALIDAD:

### CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

A quien corresponda:

PRESENTE:

Nosotros Dr. Daniel Canaán Pérez, Dr. Jorge Ayón Aguilar, Dr. Fernando Arthur Aguirre, Dr. Emmanuel Palacios Poblano hacemos constar, en relación con el protocolo No. \_\_\_\_\_ titulado: “Cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del hospital general de zona no 20 IMSS”.

Nos comprometemos a resguardar y mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los datos, documentos, expediente, reportes, estudios, archivos físicos y/o electrónicos de información recabada, estadísticas o bien cualquier otro registro o información relacionada con el estudio mencionado a nuestro cargo, así como a no difundir, distribuir o comercializar los datos personales contenidos en los sistemas de información desarrollados en la ejecución de este.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento, se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal de la Ciudad de México y sus correlativas en las entidades federativas, a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y demás disposiciones aplicables en la materia.

Atentamente

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS:

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 20**

**“LA MARGARITA”**

**PUEBLA DE ZARAGOZA, PUEBLA**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN PACIENTES CON**

**HIPERKALEMIA MODERADA Y SEVERA EN LA ENFERMEDAD RENAL**

**CRONICA DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO 20 IMSS**



Expediente: \_\_\_\_\_

UMF: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora: \_\_\_: \_\_\_

Iniciales del Paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:

\_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

Comorbilidades:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Antecedentes Personales Patológicos:

DIABETES	SI	NO	OBSERVACIONES
HIPERTENSION	SI	NO	

ELECTROCARDIOGRAMAS PREVIOS	SI	NO	
RECIBE DIALISIS PERITONEAL	SI	NO	
RECIBE HEMODIALISIS	SI	NO	
RESULTADOS OBTENIDOS EN ANALISIS DE DATOS RECOLECTADOS			
CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS:			
ELEVACIÓN ONDA T.	SI	NO	
2.- BLOQUEO AV 2A) 1ER GRADO	SI	NO	
2B). 2DO GRADO MOBITZ1	SI	NO	
2C2DO GRADO MOBITZ 2	SI	NO	

2D-3ER GRADO	SI	NO	
3.-QRS ANCHO	SI	NO	
4.ELEVACION DEL ST	SI	NO	
5.-BLOQUEOS DE RAMA D/I.	SI	NO	
6.-INVERSION ONDA T	SI	NO	
7.-FA O TV.	SI	NO	
8-EXTRASISTOLES	SI	NO	
HIPERKALEMIA MODERADA	SI	NO	
HIPERKALEMIA SEVERA	SI	NO	

## CARTA DE NO INCOVENIENTE:



GOBIERNO DE  
MÉXICO



DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN INSTITUCIONAL  
Y EVALUACIÓN DE DELEGACIONES  
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 20 "LA MARGARITA"  
COORDINACIÓN DE EDUCACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD



Puebla, Puebla a 12 de Julio de 2021.

Of N° 2010200200/ENS/757/2021

A quien corresponda

Asunto: Carta de no inconveniente

Por medio de la presente le envío un cordial saludo e informo a usted que no existe inconveniente para que los investigadores:

- Dr. Jorge Ayón Aguilar, Asesor Metodológico Coordinador Auxiliar Medico de Investigación en salud OOAD PUEBLA Matricula 99173863.
- Dr. Emmanuel Palacios Poblano. Médico Residente Urgencias Medico Quirúrgico en H.G.Z 20. Matricula 97225416
- Dr. Daniel Cannan Pérez. Asesor experto. Medico Urgenciólogo en H.G.Z 20 Matricula 99223385.
- Dr. Fernando Arthur Aguirre Asesor experto. Medico Cardiólogo en H.G.Z 20. Matricula 99315004.

Pueden llevar a cabo la investigación derivado del protocolo titulado "Cambios electrocardiográficos en pacientes con hiperkalemia moderada y severa en la enfermedad renal crónica del H.G.Z 20 IMSS".  
Respetando en todo momento la privacidad y el resguardo de información del paciente apegándose a las buenas prácticas clínicas de investigación.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mis respetos.

Atentamente  
"Seguridad y Solidaridad Social "

*Dra. Miriam Rocío Báez García*  
SUBDIRECCIÓN MÉDICA  
Cred. 858 445192  
IMSS Mat. 93225690

Dr. Jose German Santillana Arce.  
Director del Hospital General Regional No. 36  
Encargado de la Dirección del Hospital General de Zona No. 20

