

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Especialidad en Medicina Interna

Asociación de la calcificación del arco aórtico e hiperfosfatemia en pacientes bajo tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis en el Hospital General Regional No. 1 de Querétaro

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:

Especialista en Medicina Interna

Presenta

Claudia Alejandra Cazola Corona

Dirigido por:

Raúl Melo Acevedo

Co-dirigido por:

Ángel Cesar Ortiz Bello

Med. Esp. Raúl Melo Acevedo
Presidente

Med. Esp. Ángel César Ortiz Bello
Secretario

Med. Esp. Luis Ignacio Bonilla Reséndiz
Vocal

M.I.I.G. Julia Monzerrath Carranza Torres
Suplente

Med. Esp. B. Eliodoro Castro Montes
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Febrero del año 2024

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

DEDICATORIA

El presente no es más que una muestra de todo lo que involucra un instante, gracias a todas las personas que formaron y forman parte de esto, a mis padres por siempre apoyarme e inculcarme ideas invaluable, a mis abuelos, hermanos, compañeros y profesores...Gracias.

*“Quien se encadene a una alegría
malogrará la vida alada.
Pero quien la alegría bese en su aleteo
vivirá en el alba de la eternidad”*

William Blake

**Asociación de la calcificación del arco aórtico e hiperfosfatemia en
pacientes bajo tratamiento sustitutivo de la función renal con
hemodiálisis en el Hospital General Regional No. 1 de Querétaro**

Identificación de los autores

Investigador principal:

Claudia Alejandra Cazola Corona

Matrícula 98231694

Médico Residente de Medicina Interna Hospital General regional No. 1, IMSS,
Santiago de Querétaro, Querétaro.

Delegación: Querétaro

Correo electrónico: claudia_acc@live.com.mx

Tel. 331 704 1005

Investigadores responsables:

Raúl Melo Acevedo

Matrícula 99234355

Médico Adscrito al servicio de medicina interna Hospital General regional No. 1,
IMSS, Santiago de Querétaro, Querétaro.

Delegación: Querétaro

Correo electrónico: rma24@hotmail.com

Tel. 442 819 1824

Ángel Cesar Ortiz Bello

Matrícula 98386616

Médico Adscrito al servicio de nefrología Hospital General regional No. 1, IMSS,
Santiago de Querétaro, Querétaro.

Delegación: Querétaro

Correo electrónico: dr.angel.ortizbello@gmail.com

Tel. 55 2218 9133

Contenido

Identificación de los autores	2
Marco Teórico.....	5
Panorama de la enfermedad renal crónica en México.....	5
Trasplante renal	6
Desequilibrio mineral óseo	8
Calcificación vascular	10
Escalas de evaluación para calcificación vascular	11
Mortalidad y riesgo cardiovascular	14
Justificación	17
Planteamiento del problema.....	18
Pregunta de Investigación.....	20
Objetivos.....	21
Hipótesis	22
Material y métodos.....	23
Tamaño de la muestra	23
Criterios de selección.....	23
Diseño de investigación	25
Análisis estadístico	27
VARIABLES	28
Aspectos éticos.....	31
Cronograma.....	33
Resultados.....	34
Análisis de resultados.....	37
Discusión	40
Conclusiones.....	43
Referencias bibliográficas	44
Anexos	47
Conceptos clave y abreviaturas	47
Instrumento de recolección de datos	50

Título: Asociación de la calcificación del arco aórtico e hiperfosfatemia en pacientes bajo tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis en el hospital general regional no. 1 de Querétaro **Antecedentes:** La enfermedad renal crónica (ERC) tiene como complicación asociada, el desequilibrio mineral óseo, y como una de sus manifestaciones: hiperfosfatemia. Se buscó encontrar la asociación entre niveles elevados de fósforo y la incidencia de calcificación del arco aórtico (CaAo). **Objetivo general:** Estimar la asociación entre la hiperfosfatemia y la presencia de calcificación del arco aórtico en pacientes con terapia de sustitución renal con hemodiálisis en HGR No 1 IMSS, Querétaro. **Material y métodos:** Se realizó un estudio transversal analítico, en pacientes de hemodiálisis del HGR No. 1 de Querétaro, evaluando estudios de laboratorio y radiografía de tórax. La muestra con fórmula para población finita, e IC del 95%. **Resultados:** Se analizaron 216 pacientes con ERC en tratamiento sustitutivo de la función renal (TSFR) con hemodiálisis, de ellos el 55.1% hombres, con un tiempo promedio en TSFR de 1.7 años, el 48.1% presentaron hiperfosfatemia y del total de pacientes, el 47.7% presentaron algún grado de calcificación del arco aórtico, encontrando un OR de 2.36 (IC 1.37-4.08, $P < 0.002$), la presencia de hiperfosfatemia se asoció en 2.36 veces con calcificación de arco aórtico; en el análisis multivariado, se encontraron como mejores predictores de calcificación del arco aórtico: hiperfosfatemia ($p < 0.001$, OR=4.9), edad ($p < 0.001$, OR=0.92), colesterol LDL ($p = 0.011$, OR=1) y obesidad ($p = 0.052$, OR=1.9). Al aplicar medidas predictivas con precisión de 0.75, y un AUC 0.829. **Conclusiones:** Se encontró una asociación positiva, entre el fósforo y la calcificación del arco aórtico. **Discusión:** Aún es necesario realizar más estudios en este tema, ya que no hay ensayos representativos en el país. Los resultados de este estudio son consistentes con hallazgos en investigaciones previas con poblaciones similares. Como sugerencia para investigaciones futuras, se propone considerar el uso de marcadores como el producto calcio-fósforo o la parathormona, que son accesibles, presentan menos variabilidad temporal y son de fácil determinación en los centros hospitalarios.

Marco Teórico

Panorama de la enfermedad renal crónica en México

La ERC representa una patología de suma importancia en nuestro país, debido a que su origen puede ser multifactorial, y está estrechamente asociada a las enfermedades crónicas con mayor prevalencia en nuestra población (diabetes e hipertensión), su impacto en la salud pública representa una alta demanda de recursos para su tratamiento: humanitarios, económicos y de infraestructura. Se considera la segunda causa más importante de años de vida perdidos en Latinoamérica (Tamayo y Orozco & Lastiri, 2016)

Esta enfermedad tiene un impacto directo en la morbilidad y mortalidad global en otras cinco patologías importantes: cardiopatías, diabetes tipo 2 (DT2), hipertensión arterial sistémica (HAS), virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y malaria (Torres Orozco, 2012)

En 2017, en el trabajo realizado por Obrador y colaboradores, se reportó una prevalencia de ERC del 12.2% y 51.4 muertes por cada 100 mil habitantes en México (Torres Orozco, 2012) . Además, la ERC en México tiene un gran impacto en las finanzas de las instituciones y en la economía de las familias; en 2014, el gasto en salud anual medio por persona para esta patología se estimó en 8,966 dólares estadounidenses (USD) en la Secretaría de Salud, y de 9,091 USD en el Instituto Mexicano del Seguro Social (Figueroa-Lara et al., 2016).

El problema respecto a la mortalidad de la ERC en México se debe, principalmente a muerte prematura (83%) y, en segundo plano, a los años de vida saludable ajustados por discapacidad. Lo más grave es que México se ubica dentro de los tres países con mayores pérdidas de salud por este padecimiento. En 1990 la ERC ocasionó la pérdida de 122 916 años de vida saludables (AVISA) en hombres, y 125 117 AVISA en mujeres (Tamayo y Orozco & Lastiri, 2016) .

Los programas de salud pública destinados a reducir los factores de riesgo de enfermedades que pueden conducir a la ERC, DT2, HAS y obesidad, así como la

detección temprana y el control adecuado de estas enfermedades son de suma importancia para reducir la incidencia de ERC.

Algunos factores agravantes de las patologías antes mencionadas se basan en cambios del estilo de vida: dietas poco saludables, la inactividad física, tabaquismo, los cuales, socio-culturalmente son difíciles de lograr. Además, la pobreza contribuye a la dificultad de reducir estos factores de riesgo porque se ha demostrado una relación con el desarrollo de la obesidad, que a su vez es un factor de riesgo para DT2 y HAS (Luyckx et al., 2018).

Por lo anterior es importante buscar diferentes estrategias para disminuir la mortalidad y el gasto global que representa una patología con las características de la enfermedad renal crónica, siendo una de ellas el de incentivar campañas de donación.

Trasplante renal

Desde su inicio y en los últimos años el trasplante renal ha tenido un gran desarrollo e impulso, aunque las tasas de trasplantes son muy heterogéneas, varían entre continente, país, incluso entre estados de la República, y esto refleja no solo las características particulares de los sistemas de salud en los países, sino también sus características socio-económicas. A lo largo del mundo existen estudios que demuestran que el costo del trasplante es menor comparado con el tratamiento sustitutivo de la función renal, ya sea diálisis o hemodiálisis, en un estudio realizado recientemente en tres países latinoamericanos se confirma que la promoción del trasplante renal es una estrategia que ahorra costos a mediano y largo plazo (Torales et al., 2021).

Durante el 2020 en México se llevaron a cabo un total de 287 trasplantes renales de donador cadavérico, cifras que contrastan con las de años previos, 958 en 2019 y 874 en 2015; los números del año 2020 se explican por la repercusión que tuvo la pandemia por Sars-Cov2 en los programas de trasplante, los cuales se vieron disminuidos e incluso pausados a nivel nacional (Alcocer et al., 2020).

Existe evidencia que en nuestro país hay interés de incentivar y apoyar la cultura de trasplante renal, tanto por el equipo médico y por los mismos pacientes, en 2017 se observó un incremento en la referencia de los pacientes para iniciar protocolo de trasplante renal, lo que deja en claro esta inclinación y aporta para realizar mejoras en el trabajo diario por parte del personal sanitario que atiende a estos pacientes. Como se ilustra en la tabla y figura 1, el riñón representa por mucho, el órgano más prevalente en lista de espera, afortunadamente, también representa el que más se dona por personas vivas, pero, aun así, no se logra subsanar el déficit (Méndez-Durán, 2017) .

No. de personas en lista de espera

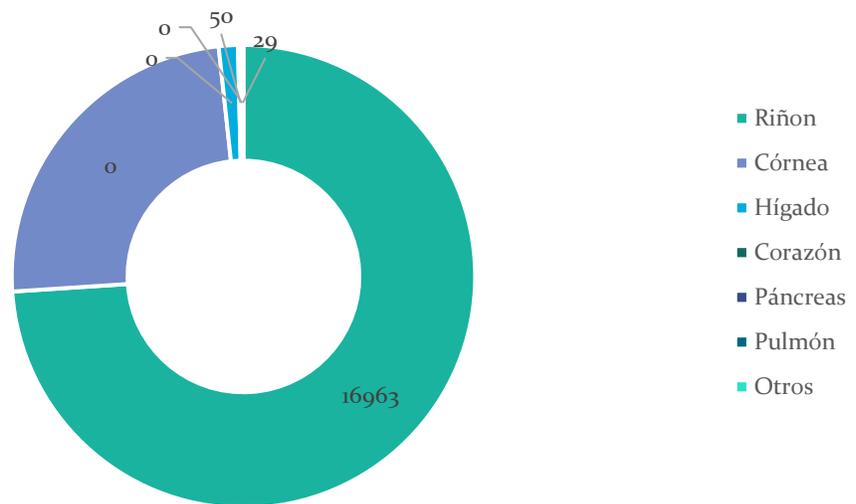


Figura 1. Personas en lista de espera de órgano o tejido en México. (Torales et al., 2021)

Habiendo mencionado previamente el impacto que genera la ERC como consecuencia de patologías altamente prevalentes en nuestro país, el costo económico y la oportunidad de apostar por el trasplante como una mejora en la calidad de vida de los pacientes, sus familias y la repercusión en otros estratos a nivel sanitario y social es importante que estos pacientes se encuentren en condiciones para ser candidatos inicialmente a un protocolo de trasplante, analicemos cómo un primer punto, las tasas de morbimortalidad.

Desequilibrio mineral óseo

La osteodistrofia, se hace manifiesta en las etapas iniciales de la enfermedad, incluso antes de volverse evidente con estudios de gabinete, ya que cuando muestran manifestaciones importantes, el manejo se vuelve más complejo, y el riesgo de secuelas es mayor, una de las muchas evidencias de esto, son las fracturas patológicas por osteoporosis, su incidencia de aumenta de manera inversa a la cifra de filtrado glomerular, registrándose un riesgo relativo frente a controles sanos de 2.12 cuando es menor a 60 ml/min y de 2.32 por debajo de 45 ml/min y doblando los números cuando el filtrado glomerular es menor de 15 ml/min, en los pacientes que ya se encuentran con diálisis se reportan datos de que aproximadamente el 50% ha sufrido, al menos, una fractura por fragilidad ósea (Ensrud et al., 2007).

En la patogénesis de la calcificación vascular está involucrada la homeostasis mineral regulada a nivel renal y posteriormente, del hiperparatiroidismo secundario, es aquí donde encontramos las alteraciones iniciales y cómo se desencadenan una serie de eventos patológicos, encontrando entre ellos la calcificación vascular (Rodríguez-Ortiz & Rodríguez, 2020).

La homeostasis mineral es un proceso regulado en los riñones, con un rol esencial. El desarrollo y la progresión de la enfermedad renal crónica causa una serie de alteraciones en mantener un equilibrio y metabolismo del calcio y del fósforo. El término de alteraciones minerales-óseas solo intenta resumir toda la serie de procesos que se ven involucrados en la enfermedad renal crónica, los principales son: alteraciones bioquímicas, osteodistrofia renal y calcificaciones extra-óseas (Rodríguez-Ortiz & Rodríguez, 2020).

Las glándulas paratiroides tienen un rol central en la homeostasis mineral. Bajo condiciones normales, variaciones ligeras en los niveles séricos de calcio, son detectadas por los receptores sensibles a este, localizados en la superficie de las células paratiroides, las cuales responden secretando niveles adecuados de su

hormona, la cual estimula la resorción ósea, liberando iones de calcio y fósforo al espacio extracelular. A nivel renal, la hormona paratiroidea estimula la síntesis de calcitriol renal (1,25D3), promoviendo la absorción de calcio y fósforo en el intestino. La PTH al estimular la reabsorción tubular, se reduce la excreción renal de calcio al mismo tiempo que ejerce una acción fosfatúrica. Acciones que en conjunto se mantienen bajo concentraciones adecuadas de calcio. La concentración de fósforo es regulada predominantemente por el factor 23 de crecimiento fibroblástico (FGF23), el cual reduce la reabsorción tubular del fósforo. La función paratiroidea es inhibida por los niveles altos de calcio, calcitriol, FGF23. Disminuciones de los niveles de sus elementos constituyen un potente estímulo para el establecimiento y la progresión de hiperparatiroidismo secundario (Lunyera & Scialla, 2018) .

Cuando el FGF-23 aumenta, se ejerce un efecto opuesto en el metabolismo de la vitamina D, se menciona un mecanismo similar al “estira y afloja”, siendo que la PTH estimula la transcripción de la 1- α hidroxilasa a que se convierta en 25-hidroxivitamina D y después en calcitriol, y es aquí donde aparece el FGF-23 para inhibir, por otro lado, el aumento de FGF-23 propicia la deficiencia de calcitriol, hipocalcemia y consiguiente elevación de la PTH (Lunyera & Scialla, 2018)).

Mencionemos también a Klotho, que es una proteína de unión de membrana, está interactúa con los receptores de FGF y aumenta su especificidad por el FGF-23, sin embargo, se ve afectado en la ERC, perdiendo su capacidad de expresión. Se ha observado un feedback entre la transcripción de Klotho y los niveles de fósforo, vitamina D y también se ha encontrado que la pérdida de actividad de ésta proteína crea una resistencia al FGF-23, llegado a niveles de hasta 100 o 1000 veces mayores que lo normal en etapas tardías (Rodríguez-Ortiz & Rodríguez, 2020).

Todo esto produce alteraciones epigenéticas, que incluyen metilación de ADN, modificaciones en las histonas y falla en la regulación de microARN, lo cual contribuye al señalamiento celular osteo-inducido. Por ello, a través de la hipermetilación de Klotho, el sulfato de indoxilo puede suprimir la expresión vascular

de Klotho y con esto contribuir con otro de los mecanismos patológicos de calcificación vascular en enfermedad renal crónica (Redondo Simón et al., 2015).

Además de los marcadores ya comentados, se han identificado un gran número de genes que se ven involucrados tanto en el desequilibrio mineral-óseo en la ERC como en patología cardiovascular, por lo cual resulta tanto interesante como importante estudiar la asociación de ambas en nuestra población, observamos en la tabla 2, un detalle de algunos de estos genes (Lunyera & Scialla, 2018).

Fenotipo Desequilibrio Mineral-óseo	Gen Implicado	Función relacionada a Desequilibrio Mineral-óseo	Relación con patología cardiovascular
Vitamina D	GALNT2	Glucosila a la proteína de unión de la vitamina D	Lípidos, Enfermedad arterial coronaria
25-D	DHCR7	Biosíntesis de 25-D	Enfermedad arterial coronaria
Calcio	CASR	Receptor sensible al calcio	Infarto del miocardio, Hipertensión
	CYP24A1	Degrada 25-D y 1,25-D	Calcificación arterial coronaria
	GCKR	Desconocido, puede que interactúe en el descenso de la albúmina sérica	Inflamación
Fósforo	CASR	Receptor sensible al calcio	Infarto del miocardio, Hipertensión
Magnesio	ATP2B1	Ca-ATPasa, control en el flujo celular del magnesio	Hipertensión, Enfermedad arterial coronaria
Hormona paratiroidea	CASR	Receptor sensible al calcio	Infarto del miocardio, Hipertensión

Tabla 2. Genes implicados en el desequilibrio mineral óseo (Lunyera & Scialla, 2018)

Calcificación vascular

La calcificación vascular se vuelve una patología común que se relaciona a disfunción endotelial, con pobre distensibilidad y finalmente daño orgánico. Los estímulos que promueven la calcificación en el riñón incluyen el aumento de fósforo, uso excesivo de vitamina D, suplementos de calcio, solución dializante e inflamación (Lunyera & Scialla, 2018). Todo esto origina un aumento de calcio circulante, iniciando la diferenciación osteogénica y la síntesis de proteínas con colágeno tipo 1, osteocalcina, osteopontina, fosfatasa alcalina, RUNX2, BMP-2 y mineralización de la matriz. La hiperfosfatemia induce que las células musculares vasculares y las

células endoteliales realicen apoptosis lo cual libera especies reactivas de oxígeno y otras sustancias procalcificantes (Kakani et al., 2019).

Existen varios métodos para realizar el diagnóstico o evaluar la presencia de calcificación vascular, podemos mencionar la tomografía computarizada (TC) como estándar de oro, prefiriendo cortes finos o con alta resolución, con atención en la calcificación aórtica, sin embargo, una de las limitaciones de utilizar este auxiliar diagnóstico es su costo y que puede no encontrarse en todos los centros hospitalarios (Tsukada et al., 2019).

Escalas de evaluación para calcificación vascular

El score Agatston se utiliza para cuantificar el grado de calcificación arterial basándose en TC, se realiza dándole una puntuación a cada zona de calcificación, esto multiplicando el área de cada zona calcificada por un factor de densidad, el cual se asigna basado en el valor de la atenuación más alta y medido en unidades hounsfield. La puntuación de todas las zonas calcificadas se suma para obtener la puntuación total. Con este score se puede clasificar la severidad de la calcificación arterial, dividiendo los grados en severo si es mayor a 400, moderado si va de 101-400, leve 11-100 o mínimo/sin enfermedad si va del 1-10 (Tsukada et al., 2019).

Otras alternativas para evaluar la calcificación vascular en pacientes con ERC que fueron establecidas por la KDIGO son el ecocardiograma y la radiografía abdominal de tórax en proyección lateral (Kakani et al., 2019).

En el ámbito de la investigación se utilizan ciertos marcadores como el tiempo de T-50, mientras mayor sea este tiempo, será indicio de menor grado de calcificación. Otra forma de medir la propensión a calcificación (extraósea y sérica) es medir el radio de disminución de fetuína-A, ambos marcadores aún están siendo investigados para aplicación clínica (Tsukada et al., 2019).

Con estos indicadores radiológicos y hallazgos, se ha comenzado a vincular y observar la relación directa que tienen en el contexto del paciente renal crónico con

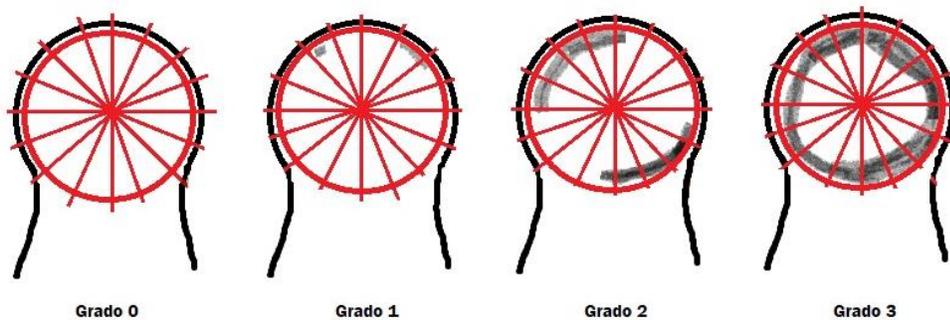
desequilibrio mineral óseo, y mortalidad cardiovascular. En 2019, Tsukada y colaboradores, realizaron un estudio relacional en 30 pacientes con diálisis peritoneal continúa ambulatoria, midieron niveles de FGF-23 y osteoprotegerina, así como la progresión de la calcificación de la aorta observada en la radiografía de tórax, finalmente la asociaron con un aumento de presión de pulso, índice cardiotorácico y velocidad de la onda de pulso, clasificaron a los pacientes en 2 grupos: progresores y no progresores, los no progresores mostraron menores niveles de calcio sérico (8.9 ± 0.6 contra 9.6 ± 0.7 mg/dL, respectivamente; $p = 0.0195$), los progresores por otro lado, tenían niveles más elevados de osteoprotegerina (255.6 ± 109.2 contra 183.4 ± 68.2 pg/mL; $p = 0.0400$) (Tsukada et al., 2019).

Las consecuencias hemodinámicas de la calcificación vascular incluyen pérdida de elasticidad arterial, desarrollo de hipertrofia ventricular izquierda, disminución de la perfusión de la arteria coronaria e isquemia miocárdica (Kakani et al., 2019). Se han realizado estudios de correlación en poblaciones con pacientes con terapia tanto dialítica como hemodiálisis en diversos países, donde la calcificación aórtica se evalúa con radiografías de tórax, la cual cuenta con la ventaja de ser más costo-efectiva, pero la desventaja de que no siempre es posible visualizar calcificaciones de manera adecuada (Chung et al., 2021; Martins et al., 2021; Ou et al., 2021).

La escala de Ogawa divide la circunferencia del arco aórtico en 16 segmentos, con los mismos grados de separación entre los segmentos; posteriormente se marca la extensión de calcificación y en cuántos segmentos se observa, se multiplica el número por 100 para expresar el resultado en porcentajes. El grado de calcificación se clasifica de la siguiente manera: Grado 0 (no se evidencian datos de calcificación), Grado 1 (pequeños puntos o un segmento corto de calcificación), Grado 2 (una o más áreas de calcificación marcada, pero menos del 50% de la circunferencia total) y grado 3 (segmento de calcificación circular mayor del 50% de la circunferencia total del arco aórtico) (Tsukada et al., 2019)

En nuestro país existen algunos reportes donde se busca establecer la relación entre los productos del metabolismo mineral óseo y la calcificación vascular. En un estudio transversal realizado por González et al en el hospital Juárez, se incluyeron 95 pacientes en terapia sustitutiva de la función renal crónica con hemodiálisis, de los cuales el 69.5% se establecieron como incidentes: TRR < 1 año, y el 30.5% eran pacientes con más de 1 año en hemodiálisis; se realizaron mediciones de niveles de PTH, fósforo y calcio, se evaluó la calcificación del arco aórtico, utilizando radiografía simple de tórax y valoración de las mismas con el índice de Ogawa (figura 2), establecieron 3 grados de calcificación de acuerdo al puntaje: grado 0 (0-4 puntos), grado 1 (5-8 puntos), grado 2 (9-12 puntos) y grado 3 (13-16 puntos), como resultado se obtuvo una correlación entre la PTH y la calcificación del anillo aórtico con un $R=0.5$, $p=0.14$, la correlación entre el producto CaxP con la calcificación del anillo aórtico fue de $R=0.10$ y $P=0.29$.(Reyes & Gonzalez, 2015)

Figura 2. Evaluación de los grados de calcificación vascular en arco aórtico con la escala de Ogawa, (Ogawa et al., 2009)



Por otro lado, Torres y cols., realizaron un estudio transversal analítico y descriptivo con 34 pacientes en el Centro Médico 20 de Noviembre, el tiempo en hemodiálisis se midió en meses siendo de 59.03 ± 42 , se utilizaron niveles de calcio, fósforo y parathormona, además de otras variables como tensión arterial, presión de pulso y Kt/V, evidenciando por radiografías calcificaciones a nivel ilíaca (37%), femoral (31%), diagonal (20%) y radial (12%), utilizando el puntaje de Adragao (no se valoró arco aórtico), mencionan que su análisis estadístico comparó las variables con la

prueba de T de student, sin OR o IC, como resultado se obtuvo una p de 0.05 respecto a un nivel de fósforo mayor de 3 mg/dL (Torres Orozco, 2012).

Como limitaciones de los mismos encontramos su temporalidad, la configuración de ser transversales y no delimitar la población en aquellos que ya cuentan con desequilibrio mineral-óseo ya establecido, discriminando aquellos pacientes que puedan presentar calcificación vascular por otros mecanismos, o evaluar calcificación a nivel periférico (manos y pelvis), sin embargo, se sienta un precedente para realizar estudios que puedan resultar más concluyentes (Reyes & Gonzalez, 2015; Torres Orozco, 2012).

Mortalidad y riesgo cardiovascular

Desde hace 10 años la ERC como causa de muerte aparece entre las diez principales, tomando relevancia en el grupo de personas que fallecen a partir de los 45 años (población económicamente activa). En 2019, se registraron 14 630 decesos por insuficiencia renal no especificada, aquí existe un primer sesgo estadístico, ya que encontramos un número de defunciones que no se clasifican como enfermedad renal crónica, ni como lesión o enfermedad renal aguda; siendo el total de las muertes por enfermedades de insuficiencia renal, las muertes por ERC representan el 75.2% con 11 003 sucesos (INEGI, 2020).

Debido a que no existe un registro estadístico fidedigno que nos hable sobre las características de la población con enfermedad renal crónica en México, no es posible abordar aspectos de importancia como lo son: las tasas de incidencia y prevalencia de la ERC etapa 5, datos socio-demográficos y económicos de los pacientes; prevalencia de comorbilidades, modalidad inicial de diálisis, tipo de acceso vascular inicial; los cambios de modalidad y la razón, tasas de mortalidad y causas a nivel local, estatal y nacional. Ya hay diferentes iniciativas para llevar a cabo este registro, sin embargo, aún no han sido concretadas (Tamayo y Orozco & Lastiri, 2016).

Existen estadísticas establecidas en otros países e instituciones, que nos ayudan a conocer que la primera causa de mortalidad entre los pacientes con diagnóstico de ERC son los eventos cardiovasculares, ya que por sí sola la ERC se ha reconocido como un factor de riesgo cardiovascular independiente, y consiguientemente se asocia con un riesgo incrementado de mortalidad cardiovascular, el cual se ve todavía más favorecido en la presencia de hipertensión y/o diabetes (Bikbov et al., 2020).

La mortalidad cardiovascular aumenta al mismo tiempo que la función renal disminuye, existen múltiples alteraciones sistémicas que promueven afecciones cardíacas y vasculares en la ERC, (depósitos patológicos de sales de calcio y fosfato en ciertas capas de la vasculatura), también se ve un aumento en su incidencia y mortalidad, mientras la función renal va en decremento (Voelkl et al., 2019).

Al realizar una evaluación, específicamente de la calcificación del arco aórtico (CaAo) y su relación cardiovascular, encontramos el trabajo realizado por Chung y cols, los cuales llevaron a cabo un estudio longitudinal con 260 pacientes en hemodiálisis durante 7 años, se evaluaron el índice cardiotorácico (ICT) y CaAo mediante radiografías de tórax. El ICT aumentó de 49.05% a 51.86%, y la puntuación AoAC aumentó de 3.84 a 9.73. Al término del estudio, fallecieron 136 pacientes (52.3%), siendo 72 por causas cardiovasculares. La variación en ICT fue mayor en los fallecidos, y la puntuación CaAo también fue más alta en este grupo, (p: 0.04; IC 0.002-0.16). Este es uno de los estudios más relevantes, que se han realizado respecto al pronóstico cardiovascular en pacientes con ERC y calcificaciones (Chung et al., 2021).

En el estudio longitudinal de mortalidad global y score de Agatston (calcificación coronaria evaluada en tomografía computarizada) de Sato, con 407 pacientes con ERC con hemodiálisis durante 5 años; el hazard ratio para la mortalidad relacionada con enfermedades cardiovasculares fue mayor para pacientes con una puntuación de calcificación vascular de Agatston > 2000 (HR 13.9; IC del 95% 1.63–118.2). En

general, la tasa de supervivencia libre de enfermedad cardiovascular a 3 años fue del 88.2% (76.4–94.3%) (Sato et al., 2018).

Con los ejemplos anteriores, se muestra lo relevante que resulta el identificar la clasificación vascular por los diferentes métodos diagnósticos de imagen y scores, y utilizarlo para tomar decisiones preventivas y terapéuticas, mejorando la sobrevida global.

Justificación

Una estrategia que ha funcionado en otros países para disminuir la mortalidad en la enfermedad renal crónica y los gastos que involucra, es invertir en campañas para incentivar el trasplante renal, sin embargo, los pacientes tienen que encontrarse en adecuadas condiciones generales para ser candidatos a éste.

La hiperfosfatemia se puede ver modificada por factores como la dieta, estilo de vida de los pacientes y apego al tratamiento, es importante conocer cómo prevenirlo, el tratamiento ideal, sus complicaciones y finalmente su impacto en la mortalidad global de este sector de la población. Esta ya ha sido descrita por mecanismos fisiopatológicos como un factor asociado a la presencia de calcificación vascular de pequeños, medianos y grandes vasos; y conllevando un riesgo cardiovascular independiente a si existen otros factores, tradicionalmente conocidos, como lo son dislipidemia, sobrepeso, antecedente de tabaquismo u origen étnico.

Además de encontrar la asociación de estos problemas en nuestra población, es importante notar que, con la ayuda de estudios de gabinete de fácil acceso, como lo son la radiografía de tórax es posible identificar las lesiones que evidencian ya un daño establecido, abonará para hacer más énfasis en modificaciones, prevención primaria y secundaria de eventos que impacten en la mortalidad de estos pacientes.

De acuerdo con lo descrito en la bibliografía se pueden utilizar diferentes auxiliares diagnósticos para evaluar la calcificación vascular que, a pesar de contar con limitaciones, se opta por su uso ya que es una herramienta de fácil acceso y fácilmente reproducible.

Respecto a fines de investigación, este estudio puede usarse como antecedente para generar otros estudios de tipo experimental u observacional con respecto a la eficacia de tratamiento médico en pacientes que presenten este trastorno.

Planteamiento del problema

Existe en México una importante prevalencia y aumento de la incidencia de la enfermedad renal crónica, ya que este problema se deriva principalmente de complicaciones tanto de la hipertensión como la diabetes. Es un problema latente que en la salud pública de nuestro país ha pasado a segundo plano, los programas institucionales no le han dado la cobertura necesaria, considerando el impacto en la salud pública, en mortalidad global, ya que se encuentran entre los pacientes más susceptibles y representando también un gran impacto en las finanzas de las instituciones públicas y en la economía de las familias, ya que, por sus características, no es una enfermedad fácil de solventar.

El espectro de complicaciones es bastante amplio, sin embargo, nos vamos a enfocar en una de las causas que impacta directamente en la mortalidad cardiovascular que es el desequilibrio mineral-óseo. Este problema incrementa la incidencia de calcificación vascular y consecuentemente el riesgo cardiovascular.

Según Román, existe una incidencia de aproximadamente 80% en la población de personas que padece enfermedad renal crónica etapa 5, la cual tiene alteraciones del metabolismo óseo mineral, lamentablemente en nuestro país no existen cifras exactas de este espectro, sin embargo gracias a registros internacionales, no queda duda que el trastorno mineral-óseo es un espectro de la enfermedad renal crónica con una incidencia y prevalencia considerable. El fenómeno de la calcificación en pacientes con enfermedad renal ósea se conoce y describe en la literatura desde hace más de un siglo, este involucra tejidos blandos y se puede identificar hasta en el 44% de las vísceras (corazón 44%, pulmón 44%, estómago 29%, riñón 14%), a finales del siglo pasado es cuando se comienza a estudiar y describir la patología (Roman et al., 2015).

La rigidez arterial conlleva un incremento de la presión y en la velocidad de onda de pulso e hipertrofia ventricular izquierda, lo cual predispone a la aparición de eventos cardiovasculares en la ERC (Hsu, 1997). Existen diversas puntuaciones para evaluar índices de calcificación vascular, asociando algunos, con puntuaciones

positivas a un hazard ratio (HR) de mortalidad de 2,6 (95%, IC 1,5-4.4) (Giachelli, 2004).

Registrando la incidencia del trastorno mineral-óseo y encontrando una relación con el riesgo cardiovascular en nuestra población, nos permitirá hacer modificaciones diagnósticas y terapéuticas, y de esta forma incidir en la mortalidad a futuro.

Pregunta de Investigación

Ante lo previamente descrito es que especificamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la asociación entre la calcificación del arco aórtico y la presencia de hiperfosfatemia en los pacientes con enfermedad renal crónica bajo tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis?

Objetivos

-Objetivo general

Estimar la asociación entre la presencia de calcificación del arco aórtico y la hiperfosfatemia en pacientes con hemodiálisis en el HGR No 1 IMSS, Querétaro.

-Objetivos específicos

Determinar la prevalencia de hiperfosfatemia en los pacientes con tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis.

Determinar la prevalencia de calcificación del arco aórtico en los pacientes con tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis.

Hipótesis

Ha: La hiperfosfatemia es un factor asociado para la presentación de calcificación del arco aórtico en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro.

Ho: La hiperfosfatemia no es un factor asociado para la presentación de calcificación del arco aórtico en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro.

Ho: La prevalencia de hiperfosfatemia en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro es menor o igual al 30%.

Ha: La prevalencia de hiperfosfatemia en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro es mayor al 30%.

Ho: La prevalencia de calcificación del arco aórtico en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro es menor o igual al 40%

Ha: La prevalencia de calcificación del arco aórtico en los pacientes con enfermedad renal crónica etapa 5 que se encuentren con hemodiálisis, en el Hospital General Regional No.1 de Querétaro es mayor al 40%.

Material y métodos

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se realizará de acuerdo con la fórmula para población finita, estableciendo que la población total de pacientes en hemodiálisis adscrita al hospital general regional No. 1 es de 525 (población registrada con fecha de corte en el mes de octubre de 2022):

$$n = \frac{(Z\alpha^2) (N) (pq)}{I^2 (N-1) + Z\alpha^2 (pq)}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (525) (.24)}{0.05^2 (525-1) + 1.96^2 (.24)}$$

Dónde:

N (Es la población finita) = 525

p= 0.6 (prevalencia calcificación aórtica en poblaciones de pacientes con hemodiálisis)

q (1-p) = 0.4

I² = Riesgo asumido, 0.05

Z α^2 = 1.96, con alfa del 0.05

Muestra: 216 pacientes

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años.

- Pacientes que cuenten con la información completa: nivel de fósforo y radiografía de tórax.
- Pacientes con diagnóstico de enfermedad renal crónica etapa 5 de cualquier etiología, con un tiempo de duración menor a 5 años.
- Pacientes en tratamiento sustitutivo de la función renal, que se encuentren bajo la modalidad de hemodiálisis durante los últimos 3 meses al momento de realizar la obtención de los datos.

Criterios de exclusión

- Pacientes con sospecha o diagnóstico establecido de lesión renal aguda.
- Pacientes con inminencia de trasplante renal dentro de los 6 meses siguientes.
- Pacientes en los que no exista información en los expedientes clínicos suficiente para el análisis en la población de estudio.

Diseño de investigación

Transversal analítico; por las características del diseño, la recolección de datos se realizó de forma ambispectiva.

Universo de estudio: Pacientes con diagnóstico de ERC etapa 5 en tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis del servicio de Nefrología adscritos al hospital general regional No. 1 IMSS

Población: Pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y contaron con los datos necesarios a analizar en expediente clínico y electrónico.

Tipo de muestreo: Se realizó un muestreo aleatorio simple de los pacientes con diagnóstico de enfermedad renal crónica etapa 5 en tratamiento sustitutivo adscritos al HGR 1 de Querétaro que cumplieron con los criterios previamente mencionados, completando un tamaño de muestra con un total de 216 pacientes.

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimiento de recolección de datos: Para la selección de fuentes de información, se utilizaron las bases de datos como PubMed, Cochrane, tesiUNAM, artículos ya publicados de las revistas “Nature”, “Blood Purify”, “Sociedad Española de Nefrología” y el sitio web “KDIGO”.

Previa aprobación por el comité de ética e investigación, se recabaron los nombres y número de expediente clínico de los pacientes con ERC etapa 5 que se encontraban hasta esa fecha con TRR con hemodiálisis, adscritos al Hospital General Regional No. 1 del IMSS de Querétaro, esto durante el periodo de noviembre del 2022 a junio del 2023. Posteriormente aplicando los criterios de inclusión y exclusión se realizó la selección de expedientes, los datos fueron recolectados en una base de datos de Excel, Microsoft 365.

La información fue codificada y protegida en un solo equipo institucional, los datos personales del paciente fueron encriptados, otorgándole de forma aleatoria un

número de folio, del 1 al 216, esta información se resguardará durante 5 años, y posteriormente será eliminada.

Al tener nuestra muestra se realizó una revisión del expediente electrónico de la unidad para recabar tanto los estudios de laboratorio, incluyendo cifras pre-diálisis de fósforo, glucosa, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicéridos, potasio, calcio, fosfatasa alcalina, ácido úrico, creatinina y urea, todos lo anteriores con una antigüedad no mayor a 6 meses, y con la determinación más próxima a la radiografía de tórax (la cual no se buscó no fuese de una antigüedad mayor a 6 meses y con una proyección posteroanterior), y sobre la que posteriormente fue evaluado el grado de calcificación de arco aórtico con la ayuda de una escala realizada sobre acetato, colocada sobre la circunferencia del mismo, esto con asesoría por parte del servicio de radiología, participando como observadores, visualizando las radiografías e identificando las zonas de calcificación, evitando sesgos relacionados con las proyecciones radiográficas (técnica adecuada, visualización ideal) y utilizando el visor de imágenes radiológicas “DICOM Viewer”.

Respecto a las sesiones de hemodiálisis y con fines de caracterizar el tratamiento de sustitución de la función renal, se consideraron los pacientes que cumplieron con las especificaciones del tratamiento de sustitución subrogado, el cual se caracteriza por usar filtro de alta eficiencia, y que cumplieran con el esquema de sesiones al menos 2-3 veces por semana, a través de catéter temporal, tunelizado y/o fístula arteriovenosa permitiendo Qs mayores a 350 ml/min y Qd de 500/min. El tratamiento estandarizado se realiza en al menos 3 horas, cumpliendo un KTV de 1.3 (Social, 2021).

Análisis estadístico

La información fue capturada en una base de datos en Excel en google docs, y con ayuda del paquete estadístico Jamovi 2.3.28 y SPSS versión 21.0 para Windows se analizaron las variables de la siguiente forma:

El análisis descriptivo se determinó conforme al tipo de variable, en relación con las variables cualitativas se describieron como porcentajes o proporciones y en caso de las cuantitativas se describieron en medias y/o desviación estándar, las de distribución normal, y en medianas e intercuartiles las de distribución no gaussiana. Para determinar la normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con OR como medida de asociación.

En el análisis estadístico, se buscó la asociación entre variables con un análisis multivariado por causalidad, aplicando el modelo de regresión logística a las variables que representaron un OR mayor de 1 con intervalos de confianza significativo (mayor de 95%), ajustando los resultados, y evitando variables de confusión, por tratarse de un estudio ambispectivo, todas las variables fueron medidas y conocidas, disminuyendo con ello la aparición de sesgos por omisión.

Un valor de $p < 0.05$ fue considerado como estadísticamente significativo.

Variables

Variable	Definición operacional	Definición conceptual	Unidad de medida	Tipo de variable
Hiperfosfatemia	El fósforo es un elemento que forma parte de la molécula de Pi («fosfato inorgánico»), así como de las moléculas de ADN y ARN y de los fosfolípidos en las membranas lipídicas. Las células lo utilizan para almacenar y transportar la energía mediante el adenosin trifosfato.	Conteo de fósforo en electrolitos séricos. Se considera hiperfosfatemia al presentarse un nivel mayor >5.5 mg/dL. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal dicotómica
Calcificación de arco aórtico	Es la deposición de fosfato cálcico, en forma de cristales de bioapatita (similar al hueso), en los vasos sanguíneos. Las zonas de calcificación en la radiografía se observan como segmentos radiopacos en la circunferencia del botón aórtico.	Evidencia radiológica de calcificación en cualquier segmento del arco aórtico en radiografías de tórax con proyección posteroanterior, valoradas en el sistema electrónico de imagenología. Se valorará esta variable y será medida por un médico del servicio de imagenología del HGR1.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal dicotómica
Escala de Ogawa para valorar el porcentaje de calcificación del arco aórtico	Es la deposición de fosfato cálcico, en forma de cristales de bioapatita (similar al hueso), en los vasos sanguíneos.	Se valorará esta variable y será medida por un médico del servicio de imagenología del HGR1, utilizando el score de Ogawa, con una herramienta física, con la escala trazada en acetato, la cual se colocará sobre la circunferencia del arco aórtico, y se puntuarán las regiones donde se observen zonas de calcificación en la radiografía de tórax posteroanterior, obtenidas del sistema electrónico de imagenología. El porcentaje se obtiene al multiplicar el número de segmentos calcificados por 100.	Porcentaje 0-100%	Cuantitativa continua
Tiempo en hemodiálisis	Tiempo en el que los pacientes llevan con esta modalidad de terapia de sustitución renal la cual sufre parcialmente la función de los riñones, disminuyendo los niveles en sangre de sustancias tóxicas como el potasio, fosforo, urea, y eliminando también exceso de líquidos.	Se registrará el tiempo en años posterior al inicio de este tipo de terapia de sustitución renal, habiendo descartado previamente a los pacientes con lesión renal aguda o con temporalidad < 3 meses. Información que se obtendrá del expediente clínico electrónico o entrevista con el paciente.	Número absoluto (años)	Cuantitativa discreta
Género	Condición orgánica hombre o mujer	Género establecido al momento de la valoración. Información que se obtendrá del expediente electrónico o entrevista con el paciente.	Hombre= 0 Mujer= 1	Cualitativa nominal dicotómica
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u	Años cumplidos.	Número	Cuantitativa

	otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Información que se obtendrá del expediente electrónico o entrevista con el paciente.	absoluto (años)	discreta
Diabetes	Conjunto de trastornos metabólicos cuya característica común principal es la presencia de concentraciones elevadas de glucosa en la sangre de manera persistente, ya sea por un defecto en la producción de insulina, resistencia a la acción de ella, aumento en la producción de glucosa o a una combinación de lo anterior. También se acompaña de anomalías en el metabolismo de los lípidos, proteínas, sales minerales y electrolitos.	Presencia o no, con un diagnóstico establecido en el último año, de acuerdo con las guías de la ADA 2022 (glucosa sanguínea en ayuno >126 mg/dl, HbA1c >6.5%, paciente con síntomas clásicos de hiperglucemia, o glucosa sanguínea al azar >200 mg/dL). Información que se obtendrá del expediente electrónico o entrevista con el paciente.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal dicotómica
Tabaquismo	Adicción o consumo habitual de tabaco	Presencia o no. Se obtendrá esta información a través de entrevista con el paciente.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal dicotómica
Hipertensión arterial sistólica	La tensión ejercida por la sangre que circula sobre las paredes de los vasos sanguíneos, y constituye uno de los principales signos vitales. La presión sistólica es la primera cifra reportada al momento de la toma de la presión arterial.	Se definirá hipertensión en enfermos renales si la presión sistólica es mayor de 130 mmHg. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal dicotómica
Obesidad	Enfermedad crónica que se caracteriza por la acumulación excesiva del tejido adiposo en el cuerpo, lo que puede poner en riesgo la salud o la vida. Se considera un factor de riesgo cardiovascular.	Se definirá si el paciente cuenta con índice de masa corporal >25 (calculado como peso en kg/talla ²). Información obtenida del expediente clínico electrónico.	No=0 Sí=1	Cualitativa nominal
Colesterol Total	El colesterol es un lípido (del tipo esterol) que se encuentra en la membrana plasmática eucariota, los tejidos corporales de todos los animales y en el plasma sanguíneo de los vertebrados.	Conteo de colesterol total en el perfil de lípidos. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Colesterol LDL	Son las lipoproteínas de baja densidad. Se le llama colesterol "malo" porque un nivel alto de LDL lleva a una acumulación de colesterol en las arterias	Conteo de colesterol LDL en el perfil de lípidos. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Colesterol HDL	Son las lipoproteínas de alta densidad en inglés. Se le llama colesterol "bueno" porque transporta el colesterol de otras partes de su cuerpo a su hígado. Su hígado luego elimina el colesterol de su cuerpo	Conteo de colesterol HDL en el perfil de lípidos. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Triglicéridos	Éster derivado de glicerol y tres ácidos grasos. Es uno de los principales constituyentes de la grasa corporal en los seres humanos y otros animales, así como la grasa vegetal. Se encuentran presentes en la sangre para permitir la transferencia bidireccional de grasa adiposa y glucosa en sangre desde el hígado	Conteo de triglicéridos en el perfil de lípidos. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Potasio	Catión mayor del líquido intracelular del organismo humano. Está involucrado en el mantenimiento del	Conteo de potasio en electrolitos séricos. Información obtenida del	Nivel sérico Meq/L	Cuantitativa continua

	equilibrio normal del agua, el equilibrio osmótico entre las células y el fluido intersticial, y el equilibrio ácido-base, determinado por el pH del organismo. El potasio también está involucrado en la contracción muscular y la regulación de la actividad neuromuscular, al participar en la transmisión del impulso nervioso a través de los potenciales de acción del organismo humano.	expediente clínico electrónico.		
Calcio	Un anión intracelular con función de segundo mensajero; interviene en la contracción de los músculos y es imprescindible para la coagulación de la sangre. Se almacena dentro de las células en el retículo endoplasmático	Conteo de calcio en electrolitos séricos. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Fosfatasa alcalina	Enzima hidrolasa responsable de eliminar grupos de fosfatos de varios tipos de moléculas como nucleótidos, proteínas y otros compuestos fosforilados.	Conteo de fosfatasa alcalina sérica. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico U/L	Cuantitativa continua
Ácido úrico	Ácido débil producido en el hígado, músculos, intestinos, riñones y endotelio vascular, como producto final del catabolismo de las purinas (adenina y guanina) mediante la acción de la enzima xantina oxidasa.	Conteo de ácido úrico en química sanguínea. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Creatinina	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina, es un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos	Conteo de creatinina en química sanguínea. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Urea	Producto terminal del metabolismo de las proteínas en los mamíferos	Conteo de urea en química sanguínea. Información obtenida del expediente clínico electrónico.	Nivel sérico Mg/dL	Cuantitativa continua
Tipo de angioacceso	Puede ser un dispositivo que permite el acceso al torrente sanguíneo a nivel central, o uno realizado de forma quirúrgica, con el fin de llevar a cabo la terapia dialítica.	Información que se obtendrá de la base de datos del expediente clínico. Se define como catéter temporal, tunelizado, intraauricular o fístula	No tunelizado=1 Tunelizado=2 Fístula=3 Intraauricular=4	Cualitativa nominal
Sesiones de hemodiálisis	Numero de veces por semana que el paciente se somete a terapia de sustitución renal con hemodiálisis, la recomendación para lograr que sea efectiva es de al menos 3 sesiones por semana.	Información que se obtendrá de la base de datos del expediente clínico, y se definirá en número de veces por semana	Número absoluto	Cuantitativa discreta

Tabla 3. Variables utilizadas en base de recolección de datos.

Aspectos éticos

La presente investigación estableció su estructura bioética de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud, Artículo No. 17 y con la declaración de Helsinki de 1975, así como las Normas Oficiales Mexicanas, códigos y normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación médica y siguiendo los principios de bioética.

Se realizó con fines médicos, diagnóstico y pronóstico, siempre cuidando la identidad e integridad de las pacientes que participaron en la investigación y todos los datos fueron manejados de forma confidencial.

Fue autorizado por el Hospital General Regional No. 1 del IMSS, de Querétaro llevando a cabo la investigación dentro de las instalaciones de la unidad. El proyecto se apegó a lo establecido por el Comité de Investigación Local y Coordinación de Educación e Investigación Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Los beneficios obtenidos por el paciente al participar en el estudio fueron el poder realizar una evaluación integral de estado mineral-óseo y cardiovascular, valorando la radiografía de tórax, biometría hemática, perfil lipídico, electrolitos séricos, ácido úrico y fosfatasa alcalina.

De acuerdo con los reglamentos y leyes enlistadas previamente, se establece que este trabajo se trata de una investigación con riesgo menor al mínimo, debido a que empleamos datos que ya se encontraban en el expediente, y en caso de pacientes hospitalizados, se agregaron estudios de laboratorio faltantes, cuando se hubiese solicitado toma de muestra por médico tratante previamente, por lo que no representó el realizar punciones extras al paciente en cuestión.

Los procedimientos que se realizaron consistieron en: interrogatorio para evaluar riesgo cardiovascular, pesar y medir al sujeto, y en caso de no contar con exámenes

de laboratorio (antigüedad no mayor a 6 meses), se solicitaron como extra en punciones ya programadas, no se manipuló la conducta ni tratamiento establecido del sujeto.

Los expedientes seleccionados no se diferenciaron por cuestiones de identidad de género, edad, religión, afinidad política, nivel socio-económico o cultural, etnia, prácticas sexuales u otra condición de discriminación.

Se completo el instrumento de recolección de datos, que consistió en algunos datos personales, los cuales son: nombre, edad, comorbilidades y factores de riesgo cardiovascular, para estimar el mismo. El nombre del paciente y el número de seguro social requeridos en el instrumento fueron necesarios para realizar la búsqueda de datos (estudios de laboratorio y radiografía) en la base de datos tanto de laboratorio, como de rayos x, una vez recolectados los datos por el investigador principal, se trasladaron a una base de datos, se realizó la codificación de algunos datos personales como el nombre, con abreviatura con el mismo, posteriormente se eliminó la evidencia del instrumento de recolección de datos, en la base de datos no se registró nombre, número de afiliación o alguna otra información que permitiera la identificación del paciente. Estos datos no fueron compartidos a nadie más fuera del investigador principal e investigador responsable.

Las hojas de recolección de datos fueron resguardadas en la oficina del investigador responsable, mientras estos mismos son descargados a la base de datos y posteriormente fueron eliminadas. El archivo de la base de datos será resguardado por 5 años en la computadora institucional asignada al investigador responsable.

Cronograma

AÑO	MES	ACTIVIDAD
2022	Marzo- Agosto	<ul style="list-style-type: none"> ● Delimitar el tema a estudiar ● Formulación de pregunta de investigación ● Búsqueda y recopilación de bibliografía ● Redacción del protocolo de investigación ● Ajustes del protocolo de investigación
	Septiembre	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión de protocolo con asesor. ● Subir protocolo a evaluación a la plataforma SIRELCIS
	Octubre	<ul style="list-style-type: none"> ● Recepción de dictamen del SIRELCIS ● Registro de proyecto en SIRELCIS ● Realización de correcciones
2023	Noviembre- Octubre	<ul style="list-style-type: none"> ● Recopilación y análisis de datos ● Obtención de resultados ● Difusión de resultados ● Redacción del trabajo
	Diciembre	<ul style="list-style-type: none"> ● Impresión de la tesis

Tabla 4. Cronograma de actividades desglosado por mes

Resultados

De los 216 pacientes incluidos en el estudio, la mediana de edad fue de 54 años (RIC 34.75 - 64 años). Encontrando una mayoría de hombres, con un porcentaje de 55.1%, el tiempo en hemodiálisis de la población se identificó con una mediana de 1.7 años (RIC 1.2:3.5 años). Respecto a las comorbilidades, se encontró hipertensión arterial en el 84.3% de los pacientes, en segundo lugar, diabetes (tipo 1 o tipo 2) en casi la mitad de los casos (49.5%). Abordando 2 situaciones especiales que van de la mano con el síndrome metabólico y el riesgo cardiovascular, se registró que el 33.8% de los pacientes cumplían por IMC con sobrepeso y se registró antecedente de tabaquismo en el 12% de los pacientes. De la totalidad de incluidos, se identificó hiperfosfatemia (definida por un resultado >de 5.5 mg/dL) en el 48.1% de los pacientes.

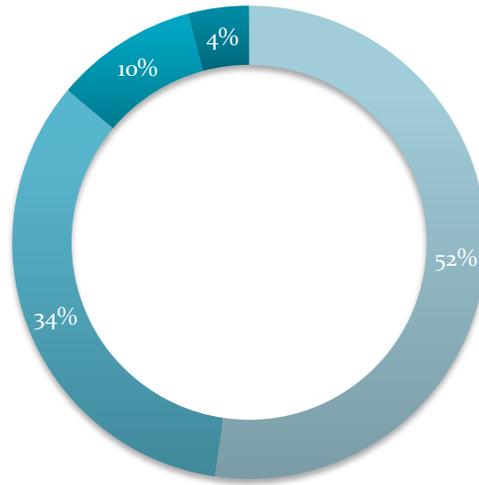
Características basales	\bar{X} (n)
<i>Demográficas</i>	
<i>Edad*</i>	54 (34.75 : 64)**
<i>Sexo masculino</i>	55.1 (119)
<i>Diabetes</i>	49.5 (107)
<i>Tabaquismo</i>	12 (26)
<i>Hipertensión</i>	84.3 (182)
<i>Obesidad</i>	33.8 (73)
<i>Hemodiálisis</i>	
<i>Tiempo en hemodiálisis*</i>	1.7 (1.2 : 3.5)**
<i>Hiperfosfatemia***</i>	48.1 (104)

*cantidad expresada en años. **Los datos se expresan en medianas (rangos intercuartiles), el resto en números absolutos. ***Fósforo >5.5 mg/dL.

**

Tabla 5. Características basales de la población

En la evaluación de la presencia de calcificación utilizando la radiografía de tórax se identificó lo siguiente (figura 3): presencia de calcificación aórtica en el 47.7% de los pacientes, la mayor prevalencia del grado 1 con un 33.8%, grado 2 con un 9.7% y grado 3 en el 4.2% de los casos.



■ Sin calcificación ■ Grado 1 ■ Grado 2 ■ Grado 3

Figura 3. Porcentaje por grados de calcificación encontrado en los pacientes

Perfil bioquímico de la población

Se realizaron además determinaciones de otros valores de laboratorio que nos permitieron crear un panorama bioquímico de nuestra población, descritas en la Tabla 6. En el caso de las variables de ácido úrico, colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos y fosfatasa alcalina no se obtuvo el 100 % de la recolección de los datos, sin embargo, al contar con más del 80%, se desarrolló el análisis descriptivo de las mismas. La mediana de urea se encontró en 121 mg/dl, creatinina en 9.7 mg/dl; Otro aspecto que se midió fue el perfil lipídico, lo cual nos da una muestra de control y riesgo cardiovascular relacionado a lípidos, el colesterol total fue de 142 mg/dl, HDL de 27.5 mg/dl, LDL de 47 mg/dL, los triglicéridos de 132 mg/dl, algo importante a puntualizar es que la mayoría de los valores se encontraban dentro de las metas definidas a nivel internacional para reducir la incidencia de eventos cardiovascular. Finalmente, los electrolitos y marcadores que también nos hablan de que tan adecuado es el manejo, estado hídrico y del metabolismo mineral óseo los encontramos: potasio 5.1 meq/L, calcio 8.5 mg/dl y fosfatasa alcalina 109.5 U/L, observando una tendencia global a niveles más elevados de estos últimos.

Marcador	Valores \bar{x}, (RIC)
<i>Urea, mg/dl</i>	121 (98.66 – 164.78)
<i>Creatinina, mg/dl</i>	9.7 (6.68 – 12)
<i>Ácido úrico, mg/dl</i>	5.8 (4.5 -7.1)
<i>Colesterol total, mg/dl</i>	142 (113.75 – 169.25)
<i>Colesterol HDL, mg/dl</i>	27.5 (20 – 47)
<i>Colesterol LDL, mg/dl</i>	47 (38 – 85)
<i>Triglicéridos, mg/dl</i>	132 (86 – 193.25)
<i>Potasio, meq/L</i>	5.1 (4.4 – 5.6)
<i>Calcio, mg/dl</i>	8.5 (7.9 – 9.1)
<i>Fosfatasa alcalina, U/L</i>	109.5 (50.5 – 204.75)

Tabla 6. Características bioquímicas de la población

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al realizar el análisis de datos, buscando la asociación entre la presencia de hiperfosfatemia con la de calcificación de arco aórtico, se obtuvo un valor de 2.36 (IC 1.37-4.08, $P < 0.002$) e intervalo de confianza de 95%, con todo lo anterior se obtiene un resultado estadísticamente significativo. Respecto a las características demográficas de la población, la única que representó significancia estadística fue la presencia de hipertensión arterial, con un valor de $p = 0.045$, y derivado de la distribución de la variable, se realizó la prueba U de Mann-Whitney para los marcadores bioquímicos y se encontró diferencia significativa en las variables de urea, creatinina y potasio entre los grupos con presencia y ausencia de hiperfosfatemia.

Medidas comparativas	Valores*
Razón de odds	2.36 (1.37-4.08)

*Intervalos de confianza del 95%

Tabla 7. Odds ratio

Hiperfosfatemia	Calcificación de arco aórtico			
	Sin calcificación	Con calcificación		
		G1	G2	G3
Sin hiperfosfatemia	70	29	8	5
Con hiperfosfatemia	43	44	13	4

Tabla 8. Hiperfosfatemia y grados de calcificación de arco aórtico

Características demográficas	Hiperfosfatemia (n = 216)		
	Ausente (n)	Presente (n)	p
Hombres	56	63	0.118
Mujeres	56	41	
Diabetes	109	107	0.493
Tabaquismo	190	26	0.535
Hipertensión	34	182	0.045
Obesidad	143	73	0.412

*Se realiza la comparación con prueba de χ^2

Tabla 9. Características demográficas de la población con hiperfosfatemia

Marcador	Hiperfosfatemia		p
	<i>Ausente x</i>	<i>Presente x</i>	
<i>Urea, mg/dl</i>	110.5	138.03	<0.001
<i>Creatinina, mg/dl</i>	8.45	10.95	<0.001
<i>Ácido úrico, mg/dl</i>	5.7	6	0.102
<i>Colesterol total, mg/dl</i>	147	139.5	0.905
<i>Colesterol HDL, mg/dl</i>	28.5	26	0.318
<i>Colesterol LDL, mg/dl</i>	46.5	50	0.800
<i>Triglicéridos, mg/dl</i>	132	132	0.815
<i>Potasio, meq/L</i>	4.85	5.35	0.008
<i>Calcio, mg/dl</i>	8.5	8.5	0.367
<i>Fosfatasa alcalina, U/L</i>	107.5	110	0.087

*Se realiza la comparación con prueba de U de Mann-Whitney

Tabla 10. Características bioquímicas de la población e hiperfosfatemia.

Regresión logística y modelos ajustados

Se realizó análisis de regresión logística binominal con ajuste de modelos con R² de McFadden y R² de Cox y Snell, y al momento de la discriminación de los datos de acuerdo a resultados, se encontró como mejores predictores de calcificación del arco aórtico (tabla 11): hiperfosfatemia ($p < 0.001$, OR=4.9), edad ($p < 0.001$, OR=0.92), colesterol LDL ($p = 0.011$, OR=1) y obesidad ($p = 0.052$, OR=1.9). Al aplicar medidas predictivas con precisión de 0.75, se obtiene un área bajo la curva de 0.829 (figura 4).

Predictor	Z	p	OR
Edad	-6.11	<0.001	0.923
Obesidad	1.95	0.052	1.989
Colesterol LDL	2.54	0.011	1
Hiperfosfatemia	4.33	<0.001	4.966

Tabla 11. Predictores más representativos entre presencia o ausencia de calcificación de arco aórtico.

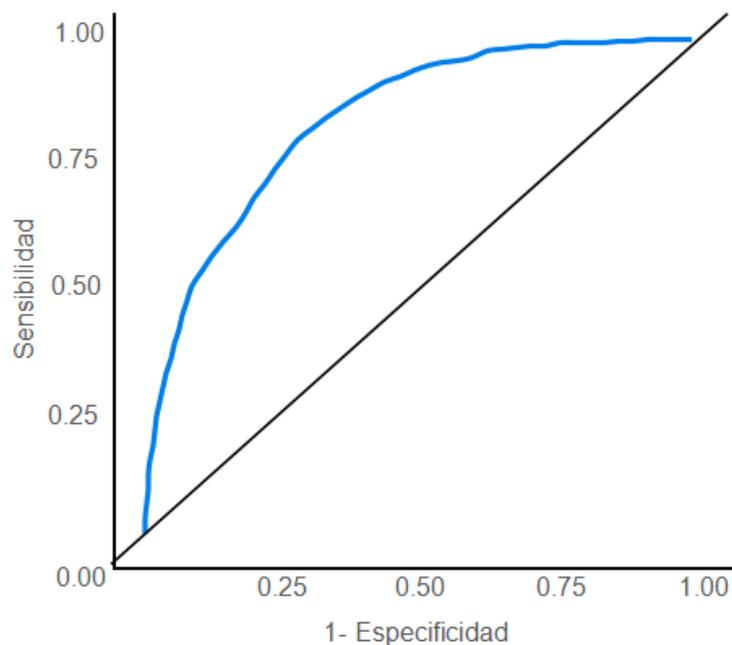


Figura 4. Área bajo la curva (punto de corte 0.5)

Discusión

Este estudio se desarrolla de la necesidad de contar con datos actuales y reales de nuestra población y presentarlos de forma que sean de utilidad para evaluar el manejo de los pacientes.

Ortiz realizó un estudio de prevalencia de hiperfosfatemia en población mexicana, con un total de 94 pacientes, reportándola en el 11%, sin embargo, las características de su población seleccionada difieren tanto en tamaño, incluyó modalidades de diálisis y hemodiálisis y el punto de corte que utilizó para definir hiperfosfatemia fue >6.5 mg/dl (Ortiz López, 2007). Lo que llamó la atención de dicho estudio, fue que logró identificar mayores niveles de fósforo en pacientes con hemodiálisis que los que se encontraban con diálisis peritoneal.

En estudios con poblaciones más grande, la prevalencia de hiperfosfatemia afecta entre el 50-74% de los pacientes con enfermedad renal, lo cual se asemeja a la información obtenida en el presente estudio (Blacher et al., 2001). Así también Redondo, en un estudio observacional retrospectivo, reportó una prevalencia de 23%, siendo el 61.53% hombres y 38.46% mujeres (Redondo Simón et al., 2015).

Con el panorama anterior, podemos ver una necesidad en ampliar inicialmente, los estudios de prevalencia, lo cual no es sencillo, ya que, a pesar de que establecer valores de corte para definir “hiperfosfatemia” resulta sencillo, tenemos que considerar que esta entidad no es estática, y es dependiente de diversas situaciones, desde modalidad de sustitución, complicaciones, infecciones y hasta tratamiento para la misma, debido a ello, en nuestro estudio, se decidió optar por realizar un promedio de las diferentes determinaciones de fósforo de cada paciente en el tiempo, promediar las misma y posteriormente determinar con nuestro valor de corte de 5.5 mg/dL, si se establecía como hiperfosfatemia o no, y no tomar en cuenta una única medición.

Respecto a la relación del fósforo con la mortalidad por todas las causas, se ha reportado en algunas bibliografías que el riesgo con un fósforo sérico > de 6.5 mg/dl es más del 27% que en los pacientes que tienen valores menores. En algunos otros la elevación de la relación Calcio*Fósforo mayor de 72, se ha asociado a un incremento de la mortalidad con un riesgo relativo de 1.34 veces (Ganesh et al., 2001). Mantener un nivel adecuado y estable de fósforo sigue siendo un determinante en la enfermedad renal.

Previo en este trabajo de investigación se describen los diferentes mecanismos por el cual el fósforo se relaciona con la calcificación vascular, siendo uno de los principales mecanismos el del fosfato que induce directamente la expresión de aldosterona sintasa en las glándulas suprarrenales y el tejido vascular, lo que puede tener un efecto importante sobre cómo el FGF-23 media la activación del SRAA. En general, un nivel elevado de FGF-23 activa el SRAA mediante dos mecanismos: indirectamente al reducir los niveles de calcitriol y directamente al suprimir la actividad de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE-2) que inhibe la conversión de Angiotensina II en Angiotensina de la 1 a la 7 (Goldfarb, 2020).

Con todo lo anterior, enlazamos la presencia de hiperfosfatemia con la calcificación vascular, la cual podemos encontrar y evaluar en diferentes regiones corporales, como las arterias radiales, cubitales, ilíacas, femorales, la subclavia, la carótida o la aorta.

Decidimos hacer uso del índice de Ogawa, y evaluar la calcificación a nivel de aorta, sabemos que esta se inicia como microcalcificaciones que se convierten en depósitos de calcio más grandes, y que actúa como un factor de riesgo independiente establecido para la enfermedad arterial coronaria; siendo detectable mediante imágenes como radiografía o tomografía computarizada.

No se cuenta con estudios muy representativos en este respecto en nuestro país, pero al comparar los resultados obtenidos, con trabajos realizados en otras partes

del mundo, como el realizado por Ogawa, inicialmente en 2009, y del que se han desprendido una serie de ensayos sobre el mismo tópico hasta la fecha, se reportó en una población de características muy similares a la nuestra, se observó una prevalencia de calcificación de arco aórtico del 55.7%, también empatando con lo observado en nuestro estudio (Ogawa et al., 2009).

Tomando esto en cuenta, y como precedente para el futuro, se puede sugerir el uso de diferentes marcadores además del fósforo sérico, como lo son el producto calcio-fósforo o la parathormona, los cuales también son accesibles, los valores fluctúan menos durante el tiempo y son fáciles de determinar en nuestra unidad.

Conclusiones

Las causas cardiovasculares son el primer lugar de mortalidad en los pacientes con enfermedad renal crónica por cualquier causa, y es fundamental poner atención en los elementos que determinan o aumentan la incidencia de estas. Es importante tener en cuenta que la enfermedad renal involucra alteraciones en diversos sistemas, uno de ellos, el metabolismo mineral-óseo y su desequilibrios, lo cual, con el presente trabajo, buscamos establecer una nueva relación “no tradicional” con aumento de la morbi-mortalidad, a través de la asociación de un componente de la enfermedad mineral ósea como lo es el fósforo y otro elemento aún no estandarizado como marcador de riesgo cardíaco, que es la calcificación del arco aórtico, encontrando entre estos dos una asociación positiva en nuestra población de estudio. Lo anterior expuesto da pauta para seguir investigando otros elementos de la patología mineral ósea, y que tan determinante es su papel en diferentes desenlaces, incluso agregarlos en algoritmos de riesgo y pronóstico, con el objetivo de mejorar el manejo global de la enfermedad, lo que llevaría a disminuir costos, hospitalizaciones y mortalidad.

Referencias bibliográficas

1. Alcocer, J., Novelo, J., & Reyes, G. (2020). *Donaciones y trasplantes de órganos y tejidos en la epidemia de COVID-19, México* (Boletín estadístico informativo del Centro Nacional de Trasplantes (BEI-CENATRA), Issue.
2. Bikbov, B., Purcell, C. A., Levey, A. S., Smith, M., Abdoli, A., Abebe, M., Adebayo, O. M., Afarideh, M., Agarwal, S. K., Agudelo-Botero, M., Ahmadian, E., Al-Aly, Z., Alipour, V., Almasi-Hashiani, A., Al-Raddadi, R. M., Alvis-Guzman, N., Amini, S., Andrei, T., Andrei, C. L., . . . Vos, T. (2020). Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, *395*(10225), 709-733. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30045-3)
3. Blacher, J., Guerin, A. P., Pannier, B., Marchais, S. J., & London, G. M. (2001). Arterial calcifications, arterial stiffness, and cardiovascular risk in end-stage renal disease. *Hypertension*, *38*(4), 938-942. <https://doi.org/10.1161/hy1001.096358>
4. Chung, T.-L., Liu, Y.-H., Huang, J.-C., Wu, P.-Y., Tu, H.-P., Chen, S.-C., & Chang, J.-M. (2021). Prognostic Implication of Longitudinal Changes in Cardiothoracic Ratio and Aortic Arch Calcification in Hemodialysis Patients. *Journal of Personalized Medicine*, *11*(8), 788. <https://doi.org/10.3390/jpm11080788>
5. Ensrud, K. E., Lui, L. Y., Taylor, B. C., Ishani, A., Shlipak, M. G., Stone, K. L., Cauley, J. A., Jamal, S. A., Antonucci, D. M., & Cummings, S. R. (2007). Renal function and risk of hip and vertebral fractures in older women. *Arch Intern Med*, *167*(2), 133-139. <https://doi.org/10.1001/archinte.167.2.133>
6. Figueroa-Lara, A., Gonzalez-Block, M. A., & Alarcon-Irigoyen, J. (2016). Medical Expenditure for Chronic Diseases in Mexico: The Case of Selected Diagnoses Treated by the Largest Care Providers. *PLOS ONE*, *11*(1), e0145177. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145177>
7. Ganesh, S. K., Stack, A. G., Levin, N. W., Hulbert-Shearon, T., & Port, F. K. (2001). Association of elevated serum PO(4), Ca x PO(4) product, and parathyroid hormone with cardiac mortality risk in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*, *12*(10), 2131-2138. <https://doi.org/10.1681/asn.V12102131>
8. Giachelli, C. M. (2004). Vascular calcification mechanisms. *J Am Soc Nephrol*, *15*(12), 2959-2964. <https://doi.org/10.1097/01.Asn.0000145894.57533.C4>
9. Goldfarb, M. (2020). Disorders of Divalent Ions, Renal Bone Disease and Nephrolithiasis. *nephSAP*, *19*(3).

10. Hsu, C. H. (1997). Are we mismanaging calcium and phosphate metabolism in renal failure? *Am J Kidney Dis*, 29(4), 641-649. [https://doi.org/10.1016/s0272-6386\(97\)90352-8](https://doi.org/10.1016/s0272-6386(97)90352-8)
11. INEGI. (2020, 29 Oct 2020). *Características de las defunciones registradas en México durante 2019*
12. Kakani, E., Elyamny, M., Ayach, T., & El-Husseini, A. (2019). Pathogenesis and management of vascular calcification in CKD and dialysis patients. *Semin Dial*, 32(6), 553-561. <https://doi.org/10.1111/sdi.12840>
13. Lunyera, J., & Scialla, J. J. (2018). Update on Chronic Kidney Disease Mineral and Bone Disorder in Cardiovascular Disease. *Semin Nephrol*, 38(6), 542-558. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2018.08.001>
14. Luyckx, V. A., Tonelli, M., & Stanifer, J. W. (2018). The global burden of kidney disease and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(6), 414-422D. <https://doi.org/10.2471/blt.17.206441>
15. Martins, M. T. S., Matos, C. M., Lopes, M. B., Kraychete, A. C., Lopes, G. B., Martins, M. T. S., Fernandes, J. L., Amoedo, M. K., Neves, C. L., & Lopes, A. A. (2021). Vascular calcification by conventional X-ray and mortality in a cohort of predominantly African descent hemodialysis patients. *Int J Artif Organs*, 44(5), 318-324. <https://doi.org/10.1177/0391398820962805>
16. Méndez-Durán, A. (2017). La referencia a trasplante renal en el IMSS: un área de oportunidad para la mejora. *Revista Mexicana de Trasplantes*, 6, 29-33.
17. Ogawa, T., Ishida, H., Matsuda, N., Fujiu, A., Matsuda, A., Ito, K., Ando, Y., & Nitta, K. (2009). Simple evaluation of aortic arch calcification by chest radiography in hemodialysis patients. *Hemodial Int*, 13(3), 301-306. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4758.2009.00366.x>
18. Ortiz López, C. A. (2007). *Prevalencia de hiperfosfatemia y producto calcio-fosforo elevado en pacientes con insuficiencia renal bajo tratamiento dialítico* [Universidad Autónoma de México]. Mexico.
19. Ou, S.-H., Liu, Y.-H., Chung, T.-L., Huang, J.-C., Wu, P.-Y., Su, H.-M., & Chen, S.-C. (2021). Aortic Arch Calcification and Cardiomegaly Are Associated with Overall and Cardiovascular Mortality in Hemodialysis Patients. *Journal of Personalized Medicine*, 11(7), 657. <https://doi.org/10.3390/jpm11070657>
20. Redondo Simón, M. d. C., Casuso Jiménez, L., Martínez Jiménez, I., Rodríguez Puertas, J. F., Palacios Gómez, M. E., & Cara Sánchez, E. (2015). La hiperfosfatemia en paciente renal en programa de hemodiálisis. *Enfermería Nefrológica*, 18, 124-124. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2254-28842015000500097&nrm=iso

21. Reyes, F., & Gonzalez, G. (2015). Asociación del calcio, fósforo y hormona paratiroidea con la calcificación del anillo aórtico, en una cohorte de pacientes en hemodiálisis. *Nefrol Mex*, 36(2), 40-45.
22. Rodríguez-Ortiz, M. E., & Rodríguez, M. (2020). Recent advances in understanding and managing secondary hyperparathyroidism in chronic kidney disease. *F1000Research*, 9, 1077. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22636.1>
23. Roman, A., Melchor, A., & Huerta, S. (2015). Uso de fosfatasa alcalina como marcador alternativo a la hormona paratiroidea en el diagnóstico de hiperparatiroidismo secundario en enfermedad renal crónica. *Med Int Méx*, 31, 650-659.
24. Sato, H., Nagasawa, T., Saito, A., & Miyazaki, M. (2018). Risk of cardiovascular mortality predicted by the serum calcium level and calcification score at the initiation of dialysis. *Clinical and Experimental Nephrology*, 22(4), 957-966. <https://doi.org/10.1007/s10157-017-1527-1>
25. Social, I. M. d. S. (2021). *Procedimiento para otorgar el tratamiento dialítico de los pacientes con insuficiencia renal crónica en las Unidades Médicas Hospitalarias de Segundo Nivel de Atención*. (2660-003-057). Mexico
26. Tamayo y Orozco, J., & Lastiri, S. (2016). *La enfermedad renal crónica en México. Hacia una política nacional para enfrentarla*. CONACYT.
27. Torales, S., Berardo, J., Hasdeu, S., & Esquivel, M. (2021). Evaluación económica comparativa sobre terapias de reemplazo renal en Argentina, Costa Rica y Uruguay. *Rev Panam Salud Publica*, 45, 119. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.119>
28. Torres Orozco, L. M. (2012). *Prevalencia de calcificación vascular en pacientes con enfermedad renal terminal en hemodiálisis crónica del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre Universidad Autónoma de México*. Mexico.
29. Tsukada, M., Miwa, N., Hanafusa, N., Tanaka, N., Tsuchiya, K., & Nitta, K. (2019). Aortic Arch Calcification and Bone-Associated Molecules in Peritoneal Dialysis Patients. *Blood Purif*, 47 Suppl 2, 81-87. <https://doi.org/10.1159/000496657>
30. Voelkl, J., Cejka, D., & Alesutan, I. (2019). An overview of the mechanisms in vascular calcification during chronic kidney disease. *Current opinion in nephrology and hypertension*, 28(4), 289-296. <https://doi.org/10.1097/mnh.0000000000000507>

Anexos

CONCEPTOS CLAVE Y ABREVIATURAS

Los Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) Es un indicador que evalúa la calidad de vida en términos de la cantidad y gravedad de las enfermedades presentes en la población. Un AVAD equivale a un año de vida saludable perdido.

Enfermedad Renal Crónica (ERC). presencia de una alteración estructural o funcional renal (sedimento, imagen, histología) que persiste más de 3 meses, con o sin deterioro de la función renal; o un filtrado glomerular (FG) < 60 ml/min/1,73 m² sin otros signos de enfermedad renal

La enfermedad mineral ósea (EMO): es un término amplio que incluye a las alteraciones séricas del calcio, fósforo, vitamina D, parathormona, anormalidades en el crecimiento, mineralización ósea y/o a las calcificaciones extraesqueléticas que acompañan al paciente con enfermedad renal crónica

Fetúina-A: proteína sérica y tisular de 49 Kda que desempeña un papel en la defensa del huésped y el metabolismo óseo. Es un reactante negativo de la fase aguda de la inflamación, ya que actúa como un mediador antiinflamatorio y protege contra el choque inducido por lipopolisacáridos.

KDIGO: Kidney Disease: Improving Global Outcomes, organización mundial sin fines de lucro que desarrolla e implementa pautas de práctica clínica basadas en la evidencia de la enfermedad renal.

Riesgo cardiovascular. Probabilidad de que una persona o conjunto de personas puedan tener un evento cardiovascular en un plazo determinado de tiempo.

Calcificación vascular. Depósito de sales de fosfato de calcio en la pared de las arterias (como si fueran rocas), lo que impide que las arterias puedan dilatarse o contraerse con normalidad para regular la presión sanguínea.

Osteodistrofia renal. Osteopatía metabólica difusa relacionada con la insuficiencia renal crónica que incluye diversas lesiones histológicas. Comprende pérdida ósea y alteraciones de la remodelación ósea.

Parathormona (PTH). Péptido de 84 aminoácidos que circula, al menos, en cuatro formas moleculares. En individuos normales la parathormona completa, intacta (aminoácidos 1 a 84) tiene una vida media de, aproximadamente, 5 minutos. Aumenta la reabsorción renal de calcio y magnesio, disminuye la reabsorción renal de fosfato; aumenta la salida de calcio desde el hueso hacia el líquido extracelular.

Terapia de sustitución renal (TSR). Recurso terapéutico de soporte renal en cualquiera de las modalidades: diálisis peritoneal, hemodiálisis o trasplante renal. México es un país en el que históricamente ha predominado el uso de diálisis peritoneal, aunque recientemente se ha dado impulso a la hemodiálisis. El trasplante renal es la mejor opción de tratamiento para la ERC; no obstante, en nuestro país ésta no es una solución viable debido a la falta de donaciones, los altos costos iniciales y el nivel de deterioro orgánico que presentan los pacientes por las enfermedades primarias.

Tomografía computarizada. Obtención de imágenes de cortes o secciones de algún objeto. En lugar de obtener una imagen de proyección, como la radiografía convencional, la TAC obtiene múltiples imágenes al efectuar la fuente de rayos X y los detectores de radiación movimientos de rotación alrededor del cuerpo.

T-50: mide la rapidez con la que se forman in vitro partículas calcificadas tóxicas en el suero. El cuerpo convierte naturalmente el fosfato y el calcio en partículas calcificadas llamadas partículas de calciproteína primaria (CPP1). Con el tiempo, la CPP1 se convierte en partículas secundarias de calciproteína (CPP2), que se sabe que son fisiológicamente tóxicas y responsables de la progresión de la calcificación en los tejidos.

Kt/V: expresión matemática de un número utilizado para cuantificar la eficacia de un tratamiento de hemodiálisis o de diálisis peritoneal. K – representa la depuración

de urea del proceso de diálisis, t – representa al tiempo de diálisis, V – representa al volumen de distribución de urea, y es aproximadamente igual al agua corporal total del paciente. En hemodiálisis el objetivo buscado para Kt/V por la US National Kidney Foundation es ≥ 1 , de forma tal que se pueda estar seguro de que se ha alcanzado una dosis de al menos 1,2



“Asociación de la calcificación del arco aórtico e hiperfosfatemia en pacientes bajo tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis en el hospital general regional no. 1 de Querétaro”

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio:

Fecha de realización: _____

Ficha de identificación:

Nombre del paciente: _____ Número de seguro social: _____

Hombre Mujer Edad: _____

Antecedentes personales patológicos:

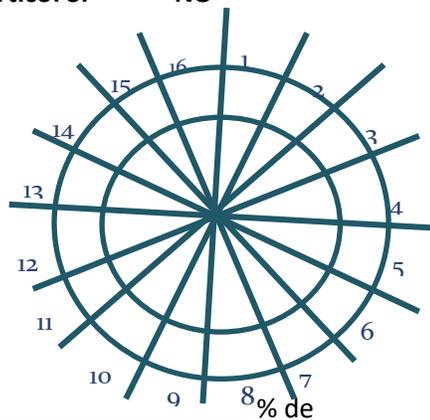
Diabetes: SI NO Hipertensión: SI NO Tabaquismo: SI NO

Tiempo en hemodiálisis: _____

Reactivo	Cifra	Reactivo	Cifra
Fósforo	Mg/dl	Creatinina	Mg/dl
Potasio	Meq/L	Urea	Mg/dl
Calcio	Mg/dl	Colesterol Total	Mg/dl
Fosfatasa Alcalina	U/L	Colesterol LDL	Mg/dl
Parathormona	pg/dl	Colesterol HDL	Mg/dl
Ácido Úrico	Mg/dl	Triglicéridos	Mg/dl

Cuenta con calcificación de arco aórtico: SI NO

Zonas de calcificación:



Puntos de calcificación: _____
 calcificación: _____ % de