



Mortalidad por enfermedad renal crónica y su relación con la diabetes en México

Chronic kidney disease mortality and its relation to diabetes in Mexico.

JA Aldrete-Velasco,¹ E Chiquete,² JA Rodríguez-García,³ R Rincón-Pedrero,⁴ R Correa-Rotter,⁵ R Peña-García,⁶ E Perusquía-Frías,⁷ JC Dávila-Valero,⁸ C Reyes-Zavala,⁹ J Pedraza-Chávez¹⁰

Resumen

OBJETIVO: Analizar el efecto en México de la mortalidad producida por la enfermedad renal crónica secundaria a la diabetes mellitus.

MATERIAL Y MÉTODO: Estudio observacional efectuado de 1998 a 2014, en el que se tomó como base un registro nacional correspondiente a un lapso relativamente prolongado de 17 años, reconociendo a esta enfermedad en tanto entidad nosológica diferenciada, utilizando como metodología de análisis la minería de datos, y evitando en lo posible las ambigüedades o limitaciones detectadas en los estudios previamente publicados.

RESULTADOS: En las dos últimas décadas se han duplicado la prevalencia y las tasas de mortalidad por enfermedad renal crónica en la República Mexicana, lo que supone un elevado costo humano y financiero, además de que esta enfermedad reduce significativamente la calidad y la esperanza de vida de la población adulta mexicana.

CONCLUSIONES: Es necesario optimizar las estrategias de atención del paciente con enfermedad renal crónica sin descartar el uso de estrategias de prevención eficaces, dirigidas a la población general.

PALABRAS CLAVE: Insuficiencia renal crónica; diabetes mellitus; nefropatía diabética; minería de datos.

Abstract

OBJECTIVE: To analyze the impact in Mexico of the mortality produced by chronic renal failure secondary to diabetes mellitus.

MATERIAL AND METHOD: An observational study was done from 1998 to 2014 on the basis of a national registry corresponding to a relatively long period of 17 years, recognizing this pathology as a differentiated nosological entity, using the data mining as methodology of analysis, and avoiding as far as possible the ambiguities or limitations detected in previously published studies.

RESULTS: In the last two decades, the prevalence and mortality rates for chronic renal failure has doubled in Mexico, which means a high human and financial cost, in addition to the fact that this disease significantly reduces the quality of life and the life expectancy of the Mexican adult population.

CONCLUSION: It is necessary to optimize the care strategies for patients with chronic renal failure, without ruling out the use of effective prevention strategies focused on the general population.

KEYWORDS: Chronic renal failure; Diabetes mellitus; Diabetic nephropathy; Data mining.

¹ Internista. Editor e Investigador Clínico en Paracelsus, SA de CV.

² Neurólogo e investigador adscrito al Departamento de Neurología y Psiquiatría del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México.

³ Internista. Adscrito al Servicio de Medicina Interna del Hospital General de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Internista en la Clínica Médica Norte. Miembro del ACP.

⁴ Jefe del Departamento de Educación Médica, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Profesor titular de Nefrología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Certificado y con vigencia de certificación por el Consejo Mexicano de Medicina Interna y el Consejo Mexicano de Nefrología.

⁵ Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México.

⁶ Internista. Catedrático de asignatura, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México. Miembro del ACP.

⁷ Internista, Hospital Español de México. Titular del curso de Fisiología I y Nefrología. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro. Ex presidente del Colegio de Medicina Interna de Querétaro.

⁸ Internista. Geriatra. Master en Ética para la Construcción Social por Univer-

Recibido: diciembre 2017

Aceptado: enero 2018

Correspondencia

Jorge Antonio Aldrete Velasco
doctoralldrete@hotmail.com

Este artículo debe citarse como

Aldrete-Velasco JA, Chiquete E, Rodríguez-García JA, Rincón-Pedrero R y col. Mortalidad por enfermedad renal crónica y su relación con la diabetes en México. Med Int Méx. 2018 julio-agosto;34(4):536-550.

DOI: <https://10.24245/mim.v34i4.1877>



sidad Deusto, España. Profesor titular de Geriátrica, IMSS, Hospital General de Zona núm. 4. Profesor de cátedra, Tec de Monterrey. Profesor adjunto de Medicina Interna, Hospital General de Zona núm. 4.

⁹ Internista. Ex Presidente del Colegio de Medicina Interna de Michoacán. Adscrito al Servicio de Medicina Interna, Hospital General de Pátzcuaro, Secretaría de Salud.

¹⁰ Internista colegiado. Maestría en Educación. Maestría en Ciencias con Especialidad en Administración de Hospitales y Servicios de Salud. Profesor titular, curso de Farmacología y curso de Fisiología, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

ANTECEDENTES

Definición, complicaciones y factores de riesgo

Las principales guías internacionales definen a la enfermedad renal crónica por la existencia durante tres o más meses de una tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) $< 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$, acompañada por anormalidades renales de tipo estructural, funcional o ambas.¹⁻⁴ Por su parte, el Grupo de Trabajo *Kidney Disease Improved Global Outcomes* (KDIGO) especifica que la lesión renal en la enfermedad renal crónica puede identificarse a partir de la existencia de albuminuria (índice albúmina/creatinina $> 30 \text{ mg/g}$ en dos o tres muestras de orina).^{1,3} En tanto que la Sociedad Española de Nefrología (SEN) considera que la albuminuria o las alteraciones en el sedimento urinario proveen una prueba indirecta de la existencia de enfermedad renal crónica –mientras que la evidencia proporcionada por la biopsia renal o estudios de imagen sería directa–,⁴ el Grupo KDIGO clasifica a la enfermedad renal crónica en cinco diferentes estadios en función de los valores de la TFGe y la albuminuria.^{1,2}

Las complicaciones derivadas de la enfermedad renal crónica son múltiples, pero destacan el riesgo aumentado de enfermedad cardiovascular (ECV) y muerte por causas cardiovasculares, además del incremento en el riesgo de progresión hacia enfermedad renal crónica terminal, cuyos únicos tratamientos consisten en la diálisis o el trasplante renal.^{2,5} Aunque los factores de riesgo de enfermedad renal crónica incluyen edad mayor de 60 años, enfermedad cardiovascular establecida y antecedentes familiares de diálisis o de trasplante renal, los principales factores iniciadores de la enfermedad renal crónica –que contribuyen por igual con la progresión de ésta– son la diabetes mellitus y la hipertensión arterial.^{3,4}

En un estudio publicado en 2010 por Méndez y colaboradores, efectuado con 31,712 pacientes integrados a programas de diálisis peritoneal o hemodiálisis en 127 hospitales generales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), los autores identificaron una prevalencia de 48.5% de enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus y de 19% de enfermedad renal crónica producida por hipertensión arterial (nefropatía hipertensiva).⁶ Correlativamente,

Rodríguez y su equipo de trabajo reportaron en 2013 una prevalencia en México de nefropatía hipertensiva de 18 a 25% al evaluar los registros de defunción del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondientes al periodo comprendido entre 1998 y 2009.⁷

Estudios de mortalidad por enfermedad renal crónica en México y en el mundo

Hasta la fecha, ha sido difícil la investigación de la prevalencia-incidencia de enfermedad renal crónica y de la morbilidad-mortalidad por esta causa en México y en otras regiones del mundo, en vista de la escasa información existente y de las limitaciones de los reportes previos, que se resumen a continuación.

Falta de definición o definición insuficiente de la enfermedad renal crónica como entidad nosológica diferenciada. En el reporte global de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2005, se informó que, del total de muertes ocurridas en ese año por diversas enfermedades (58 millones), ~ 60% (35 millones) debía atribuirse a enfermedades crónicas, principalmente enfermedad cardiovascular y cáncer, sin siquiera mencionar a la enfermedad renal crónica, pese a que es ésta una enfermedad intrínsecamente crónica y común en pacientes con enfermedad cardiovascular (ECV) o riesgo cardiovascular, tanto si se considera a la enfermedad renal crónica factor de riesgo importante de ECV como si se reconoce que una alta proporción de los pacientes con ECV padece enfermedad renal crónica en el transcurso de su enfermedad cardiovascular.^{3,8} Es decir, la falta de reconocimiento de la enfermedad renal crónica como entidad nosológica diferenciada impidió en este caso la percepción objetiva de la mortalidad atribuible específicamente a la enfermedad renal crónica al subsumirla en otra causa específica de muerte: la enfermedad cardiovascular.⁸

Tres años antes (2002), la propia OMS había reconocido que las enfermedades renales y de las vías urinarias contribuían en el mundo con ~ 850,000 decesos al año; sin embargo, estas causas de mortalidad se hallaban clasificadas por la OMS bajo el rubro general de enfermedades del sistema genitourinario con únicamente dos subclasificaciones posibles (nefrosis y nefritis e hipertrofia prostática benigna). A todas luces, este sistema de clasificación impide, de nuevo, un análisis significativo de la contribución real de las enfermedades renales (incluida la enfermedad renal crónica) a la carga global de enfermedades.⁸

En 2013 la OMS reconoció de modo explícito el verdadero problema de salud pública que representa la enfermedad renal crónica –sin detallar las cifras referentes a la morbilidad y la mortalidad asociadas con esta enfermedad–, caracterizando la gravedad del problema con una referencia parcial (no mundial) a las comunidades agrícolas de Centroamérica, después de que las autoridades sanitarias de El Salvador informaran que, en este país, la enfermedad renal crónica era la primera causa de muerte hospitalaria entre los hombres y la quinta entre las mujeres.⁹ Es todavía más reciente (2015) el reconocimiento de la OMS –en conjunto con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Sociedad Latinoamericana de Nefrología (SLN)– en el sentido de que la enfermedad renal crónica muestra una prevalencia mundial cruda de ~ 10%, en calidad de “epidemia silenciosa” porque suele pasar inadvertida para la población general, los médicos y las instituciones de salud; de este último año data también el llamado (tardío) de dichas instituciones para prevenir la enfermedad renal y mejorar el acceso al tratamiento.¹⁰

Diferencias socioeconómicas y socioculturales entre las poblaciones estudiadas. En algunos reportes se sostiene que la prevalencia de enfer-



medad renal crónica en los países occidentales (en general) varía entre 5 y 10% de la población adulta; no obstante, se ha sostenido la validez de estas estimaciones tomando como base los resultados de estudios epidemiológicos efectuados (en particular) en el Reino Unido de la Gran Bretaña (RUGB) y Estados Unidos.⁵ Estos índices estadísticos deberían apreciarse con prudencia, en la medida en que el acceso a servicios de salud de calidad, acompañados por diagnósticos y tratamientos oportunos y adecuados, puede ser más fácil en los países con ingresos altos, mientras que en los países con ingresos medios o bajos los recursos pueden ser más limitados y los fármacos y tratamientos podrían estar subutilizándose.¹¹ También habría que considerar las diferencias regionales al interior de un país en particular; por ejemplo, en la República Mexicana se consideraba en 2005 que, en entidades como Chiapas, Guerrero y Oaxaca, el índice de marginación sanitaria era alto (76.1% de la población total no contaba en ese año con seguridad social formal), y que ese índice era bajo en entidades como Baja California, Coahuila, la ahora Ciudad de México y Nuevo León (en las que 47.2% de la población carecía de seguridad social formal).¹²

Mientras que el análisis de los datos de las diferentes versiones de la *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) reportó una prevalencia global en Estados Unidos de enfermedad renal crónica de 11% entre 1988 y 1994 y de 12% entre 1999 y 2000,¹³ también en Estados Unidos los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) publicaron en 2017 que 15% de los adultos estadounidenses padece algún grado de enfermedad renal crónica.¹⁴

Estos datos, correspondientes a la enfermedad renal crónica ya establecida entre la población estadounidense, contrastan con los relativos a poblaciones mexicanas en riesgo alto de padecer enfermedad renal crónica en vista de la existen-

cia de factores de riesgo de la enfermedad, tal y como se reporta en un estudio de 2010 publicado por Ortega y su grupo de trabajo. En este estudio, se utilizó entre 2008 y 2009 el modelo de la *National Kidney Foundation* (NKF) denominado *Kidney Early Evaluation Program* (KEEP) para identificar a los participantes en riesgo alto de enfermedad renal crónica (1519 de la Ciudad de México y 2020 de Jalisco) que tenían antecedente de diabetes mellitus, hipertensión arterial o ambas de manera concomitante o antecedente familiar de diabetes mellitus, hipertensión arterial o enfermedad renal crónica y el riesgo incrementado de la enfermedad se identificó en 22 y 33% de los participantes mexicanos evaluados mediante el KEEP en, respectivamente, la Ciudad de México y Jalisco.^{2,15}

Ausencia o escasez de estudios con cobertura nacional y existencia de estudios con representatividad clínica limitada o difusa. Es bastante meritorio el estudio de Rodríguez y colaboradores de 2013 citado previamente, sobre todo porque utilizar como metodología de análisis la minería de datos (cuyas características se describirán posteriormente) ha permitido contar con una imagen más clara del efecto de la enfermedad renal crónica en México; a este esfuerzo deben sumarse los de Lozano (2012 y 2013) y Alegre (2016) y sus respectivos equipos de trabajo, e incluso el de Méndez y colaboradores (2010), pese a que en este último no se utilizó como metodología la minería de datos.^{6,7,11,16,17}

En principio, debe reconocerse que el estudio de Méndez contó con una muestra poblacional muy específica (constituida únicamente por pacientes integrados en el Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS] a programas de diálisis peritoneal o hemodiálisis)⁶ y que el de Rodríguez –aunque incluyó un análisis con cobertura nacional– sólo trató de la mortalidad por nefropatía hipertensiva en un periodo amplio (1998 a 2009), sin alusión a la mortalidad secundaria a nefropatía diabética

u otras glomerulopatías crónicas; es decir, el estudio de Rodríguez exhibe una representatividad clínica limitada porque descarta de su análisis a la enfermedad renal crónica relacionada con otras glomerulopatías crónicas y porque (principalmente) evita el análisis y la discusión de la principal causa de enfermedad renal crónica: la diabetes mellitus.⁷

El estudio de Lozano publicado en 2012 conjuntó la participación activa de por lo menos 191 colaboradores, expertos en una gran variedad de especialidades médicas, que trabajaron de modo articulado para identificar los patrones de mortalidad asociados con 235 causas de deceso en 187 países durante dos décadas (1990 a 2010). Al término de su investigación, los autores reportaron incremento en la mortalidad global por enfermedad renal crónica durante esos 20 años de 82.3%, de 94.1% por enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus, de 91.5% en la enfermedad renal crónica asociada con hipertensión arterial y de 73.5% en la mortalidad por enfermedad renal crónica debida a otras glomerulopatías crónicas, no especificadas en el estudio. Con todo y la relevancia de sus hallazgos, este ambicioso trabajo de Lozano muestra una representatividad clínica difusa porque en él no es fácil la identificación de los índices de mortalidad por enfermedad renal crónica en cada país en particular (temas como éste no figuran en el artículo publicado, aunque podría accederse a una información más detallada por medio de una petición expresa dirigida al *Institute for Health Metrics and Evaluation* [IHME] de la Universidad de Washington).¹⁶

Al año siguiente (2013), el propio Lozano publicó un segundo estudio, efectuado por un grupo de 13 especialistas, en el que se reportó la evaluación de la carga de enfermedad, lesiones, factores de riesgo y desafíos para el sistema de salud en México; de acuerdo con esta segunda investigación, los ritmos de cambio más señala-

dos en el lapso 1990 a 2010 fueron los referentes a la morbilidad y mortalidad por enfermedad renal crónica (cuyo patrón de crecimiento en esos 20 años fue de 393%, para pasar de la posición 20 a la posición 5, respectivamente, al inicio y al final de este lapso) y por cardiopatía isquémica (cuya morbilidad y mortalidad ocupaban en 1990 la posición 9, hasta situarse en 2010 en la posición 2).¹⁷

El objetivo de este estudio es proporcionar información significativa y objetiva acerca de las tasas de mortalidad por enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus en México en el transcurso de 17 años (1998 a 2014); para satisfacer este objetivo, se estableció una distinción entre la mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus y la específicamente relacionada con diabetes mellitus, utilizando para el análisis los métodos que se describen en la siguiente sección.

Éste es el primer estudio en el que se analiza el efecto en México de la mortalidad producida por la enfermedad renal crónica asociada con diabetes mellitus, tomando como base un registro nacional correspondiente a un lapso relativamente prolongado, reconociendo a la enfermedad renal crónica en tanto entidad nosológica diferenciada –particularmente a la enfermedad renal crónica asociada con la diabetes mellitus–, utilizando como metodología de análisis la minería de datos y evitando en lo posible las ambigüedades inherentes a la representatividad clínica limitada o difusa.

MATERIAL Y MÉTODO

Conceptualización de los métodos y los alcances de la minería de datos

Estudio en el que se utilizó la minería de datos (*data mining*) como método de análisis. El objetivo general de la minería de datos es proporcionar



herramientas útiles para la comprensión del contenido de los datos históricos almacenados en una base (repositorio de datos);¹⁸⁻²⁰ estas herramientas provienen de los métodos de la estadística y –en algunos casos– de algoritmos de búsqueda próximos a los métodos de la inteligencia artificial y las redes neuronales.¹⁸ Dada la exhaustividad con la que puede usarse esta metodología, metafóricamente se ha caracterizado a la minería de datos como un “método de tortura de los datos hasta obligarlos a que confiesen”.¹⁹

La metodología de la minería de datos permite la exploración de grandes bases de datos (constituidos por cifras que van de los miles a los millones)^{18,20} y pueden reconocerse en ella tres entidades bien diferenciadas: los datos representan una “materia prima bruta” a la que puede atribuírsele un significado que transforma los datos en información; a su vez, la postulación de modelos o pautas de comportamiento de la información permite pasar de ésta al conocimiento y finalmente el conocimiento significa un “valor agregado” al que puede utilizársele como base para, póngase por caso, tomar decisiones o articular y poner en práctica determinadas estrategias.^{18,19}

Por ejemplo, tras recabar datos acerca de los decesos atribuibles a la enfermedad renal crónica en un determinado lapso y en un espacio geográfico bien delimitado, puede generarse información significativa de la diversidad de causas de mortalidad por enfermedad renal crónica (enfermedad renal crónica de causa no especificada, secundaria a diabetes mellitus o a hipertensión arterial, etc.), con el propósito de efectuar un análisis secundario de la información que haga factible la posibilidad de identificación de tendencias, patrones repetitivos o relaciones casuales/causales que no sólo expliquen el comportamiento de los datos en un contexto dado,^{18,20} sino que además pueda servir como

una base sólida para articular y poner en práctica estrategias que permitan a los pacientes afectados por la enfermedad renal crónica el acceso a tratamientos y procedimientos diagnósticos de monitoreo que les ayuden a hacer frente con mayor eficacia a su enfermedad, disminuyendo el efecto de las complicaciones de ésta, permitiendo a los médicos una *praxis* más acertada (basada en evidencia) y reduciendo los costos humanos, sanitarios y sociales inherentes al manejo de la enfermedad renal crónica.¹⁹

Utilización de la minería de datos en este estudio.

Éste es un estudio de tipo observacional para cuya ejecución se consultó la base de datos de certificados de defunción provista por la Dirección General de Información en Salud (DGIS), basada a su vez en los registros del INEGI y el Sector Salud en México.²¹ Mediante consulta en línea se obtuvieron las bases de datos de certificados de defunción sobre las causas básicas de muerte por año en el periodo comprendido entre 1998 y 2014 y, a partir de estas bases se seleccionaron únicamente los certificados de defunción relacionados con enfermedad renal crónica para conjuntarlos en una matriz unitaria (una sola base de datos), con el fin de proceder a su análisis directo.

En tal matriz unitaria se incluyeron los certificados de defunción elaborados en todas las instituciones oficiales de México (sanitarias o no sanitarias), referentes a individuos de cualquier edad, sea que el deceso hubiera ocurrido o no en el interior de diferentes instituciones sanitarias, incluidas, entre otras, las dependientes del IMSS y del Programa IMSS Oportunidades, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina (SEMAR), la Secretaría de Salud (SS) y el Seguro Popular. A partir de la matriz unitaria así configurada, se identificaron electrónicamente los registros de

enfermedad renal crónica (especificada o no especificada, o relacionada con enfermedades específicas, como la diabetes mellitus o la hipertensión arterial). Esta identificación electrónica se realizó utilizando los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades, Décima Revisión (CIE-10) de la OMS que se indican en el **Cuadro 1**.²²

En cuanto a inclusión o exclusión de registros, se consideró la causa básica de muerte para la recuperación de éstos y para la asignación de la condición que condujo a todas las condiciones médicas que, presumiblemente, habían llevado a la muerte del individuo. Durante este proceso no se consideraron las causas directas generales de mortalidad (es decir, las últimas o finales, como el “choque” o la “insuficiencia cardiorrespiratoria”) ni tampoco los factores o las causas intervinientes. Se excluyeron los casos sin información de la fecha de nacimiento, la causa o la fecha de fallecimiento, además de los carentes de datos demográficos esenciales completos (por ejemplo, edad y sexo). Para evitar la inclusión de registros duplicados, se revisaron uno a uno los folios de registro, las claves institucionales, los datos demográficos y los números de identificación.

En el desarrollo de la investigación, las variables nominales se presentan como frecuencias relativas simples. Debido a que la edad no tuvo distribución normal, se utilizan las medianas con el rango intercuartilar (RIC) correspondientes a los percentiles 25 y 75, con el propósito de expresar las medidas de tendencia central. Se analizaron grupos etarios divididos por décadas y usando puntos de corte para la edad definitorios de hitos de crecimiento y envejecimiento (niños, adultos jóvenes, adultos maduros y ancianos). Se usó la prueba χ^2 de Pearson para comparar las frecuencias de variables nominales cualitativas entre dos grupos, o para evaluar la homogeneidad en la distribución de dichas variables en tres o más grupos. Se usó la prueba t de Student para la comparación de variables cuantitativas de distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney para la comparación de variables cuantitativas de distribución no paramétrica, ambas para dos grupos independientes.

Se provee la frecuencia cruda de mortalidad y se presenta la tasa de mortalidad anual estimada directamente a partir de los datos crudos (tasa de mortalidad cruda), así como la tasa de mortalidad ajustada por edad, debido a que la composición etaria de este grupo de sujetos fue

Cuadro 1. Lista de categorías y subcategorías de la CIE-10 relacionadas con enfermedad renal crónica utilizadas en este estudio para la codificación de los registros²²

Código CIE-10	Descripción
N18	Enfermedad renal crónica
N19	Enfermedad renal no especificada
E10.2	Diabetes mellitus 1 con complicaciones renales
E11.2	Diabetes mellitus 2 con complicaciones renales
E12.2	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones renales
E13.2	Otras manifestaciones de diabetes mellitus especificadas, con complicaciones renales
E14.2	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones renales
I12	Enfermedad renal hipertensiva

CIE-10: Clasificación Internacional de Enfermedades, décima revisión.



en su mayor proporción de adultos jóvenes. También se calculó la proporción de muertes atribuibles a enfermedad renal crónica como causa básica que figura en los certificados de defunción (proporción relativa al total de las muertes para cada grupo etario).

La edad se recalculó con el dato de la fecha de nacimiento y la de defunción. Esta variable de “longitud de vida” o simplemente “longevidad”, se expresa en años y se le utiliza para los análisis actuariales de supervivencia. Así, para el análisis de longevidad se reporta la supervivencia; en el caso de este trabajo, se construyeron gráficas para la expresión de los análisis actuariales al usar el método de Kaplan-Meier, para de este modo evaluar la probabilidad de supervivencia durante la hospitalización, de acuerdo con la edad y el sexo. Las diferencias en la mortalidad en los análisis actuariales se compararon con la prueba de log-rank. El error alfa (valor de p) se calculó a dos colas y se le consideró significativo a partir de un valor $p < 0.05$. Para la realización de todos los cálculos, se usó el *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versión 20.0.

RESULTADOS

Para el lapso de 17 años fijado en esta investigación como límite temporal de análisis, se identificaron 8,825,292 certificados de defunción que incluían datos completos; en 4.8% de ellos (429,101 registros), la enfermedad renal crónica figuró como causa del deceso. Después de configurar la matriz unitaria de datos y de correlacionarla mediante identificación electrónica con los códigos de la CIE-10 detallados en el **Cuadro 1**, se encontró que –del total de registros en los que se consignó a la enfermedad renal crónica como causa del fallecimiento– en ~ 52% de ellos (219,510 registros) la enfermedad renal crónica no era concomitante con diabetes mellitus y que en ~ 48% de los casos (209,591 registros) la defunción podía válidamente atribuirse a la enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus (**Cuadro 2**).

Análisis de los resultados

Efecto de la enfermedad renal crónica relacionado con el sexo. Del análisis de los datos consignados en el **Cuadro 2**, puede inferirse que la prevalencia de la mortalidad por cualquier causa, ajustada por sexo, fue mayor para el masculino que para el femenino (55.8 vs 44.2%), al igual que la relativa a la mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus (54.1 vs 45.9%). Esta relación comienza a invertirse al fijar la atención en la prevalencia de la mortalidad por enfermedad renal crónica secundaria a hipertensión arterial –que fue sólo ligeramente mayor en la población femenina (50.1%) que en la masculina (49.9%)–; esta inversión es todavía más significativa en el caso de la mortalidad derivada de la enfermedad renal crónica relacionada con cualquier causa (de 50.4% en las mujeres y de 49.6% en los hombres) y alcanza su punto máximo con la enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus, más letal en las mujeres que en los hombres, con prevalencias de mortalidad respectivas de 53.7 y 46.3%.

Efecto de la enfermedad renal crónica en las tasas de mortalidad. Al mismo tiempo que la base poblacional nacional experimentó un incremento de ~ 21% en el lapso de análisis prefijado (de 98.4 millones de habitantes en 1998 a 119.7 millones en 2014), en el mismo periodo se registró aumento de ~ 142% en la mortalidad por enfermedad renal crónica debida a cualquier causa (de 19,946 decesos en 1998 a 48,280 en 2014). Esto significa que la tasa cruda de mortalidad relacionada con cualquier causa de enfermedad renal crónica aumentó de ~ 20.3 a ~ 40.3 por cada 100,000 mexicanos desde el límite inicial hasta el límite final del periodo de 17 años analizado (**Figura 1A**); asimismo, la tasa

Cuadro 2. Frecuencias simples (prevalencias en cifras crudas) de mortalidad por todas las causas y mortalidad por diferentes tipos de enfermedad renal crónica

Causa del deceso	Individuos fallecidos por esta causa, n (%)	Edad promedio a la que ocurrió el deceso (años)	Proporción de fallecimientos ajustada por sexo (%)	
			Hombres	Mujeres
Cualquier causa	8,825,292 (100)	60.1	55.8	44.2
Todas las causas relacionadas con enfermedad renal crónica	429,101 (4.8)*	66.5	49.6	50.4
Enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus	209,591 (47.9)**	65.5	46.3	53.7
Enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus	149,271 (34.8)**	64.7	54.1	45.9
Enfermedad renal crónica secundaria a hipertensión arterial	70,239 (16.4)**	67.3	49.9	50.1

Comprende los diferentes tipos de enfermedad renal crónica detectada en el transcurso de los 17 años fijados como lapso válido para el análisis; se indican también la edad promedio a la que ocurrió el deceso, los porcentajes relativos de los decesos imputables a los diferentes tipos de enfermedad renal crónica y las prevalencias relativas ajustadas por sexo.

* El porcentaje indica la proporción de decesos por enfermedad renal crónica respecto del número total de decesos por cualquier causa.

** Los porcentajes indican las respectivas proporciones de decesos por cada una de las tres presentaciones clínicas de la enfermedad renal crónica citadas en el cuadro respecto del número total de decesos atribuibles a todas las causas de mortalidad por enfermedad renal crónica.

de mortalidad por enfermedad renal crónica no asociada con diabetes mellitus aumentó ~ 33% (de 6.8 a 9.1 por cada 100,000 mexicanos de 1998 a 2004, **Figura 1B**), pero el incremento en la tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica relacionada específicamente con diabetes mellitus fue mucho mayor (de ~ 118%), en una proporción que supone una variación, entre los límites del lapso estudiado, de 11.8 a 25.7 por cada 100,000 mexicanos (**Figura 1C**).

Efecto de la enfermedad renal crónica en la edad del deceso (análisis de supervivencia). Si bien las edades a las que ocurrieron los decesos por cualquier causa relacionada con enfermedad renal crónica o por enfermedad renal crónica asociada o no asociada con diabetes mellitus –según se muestra en el **Cuadro 2**–, son indicativas de la magnitud del efecto de la enfermedad renal crónica en México, tienen la desventaja de aludir sólo a promedios de edad. Sin embargo, al evaluar la distribución etaria de los decesos en

función de las medidas de tendencia central (RIC correspondiente a los percentiles 25 a 75), pudieron efectuarse diferentes análisis actuariales de supervivencia usando el método de Kaplan-Meier, con el fin de definir con mayor precisión las tendencias de supervivencia (y, correlativamente, de mortalidad), utilizando además la prueba de *log-rank* para acceder a un concepto más exacto de las diferencias estadísticas entre los diversos análisis actuariales efectuados.

Así, al contrastar la supervivencia referente a cualquier causa de muerte con la asociada con muerte por cualquier tipo de enfermedad renal crónica, se observó que el primer tipo de deceso ocurrió a la edad promedio de 60.1 años, y el segundo a la de 66.5 años. No obstante, como se muestra en la **Figura 2**, en el lapso comprendido entre estas dos edades > 40% de los individuos había fallecido ya (y < 60% supervivido), independientemente de que la causa de su deceso haya sido o no cualquiera

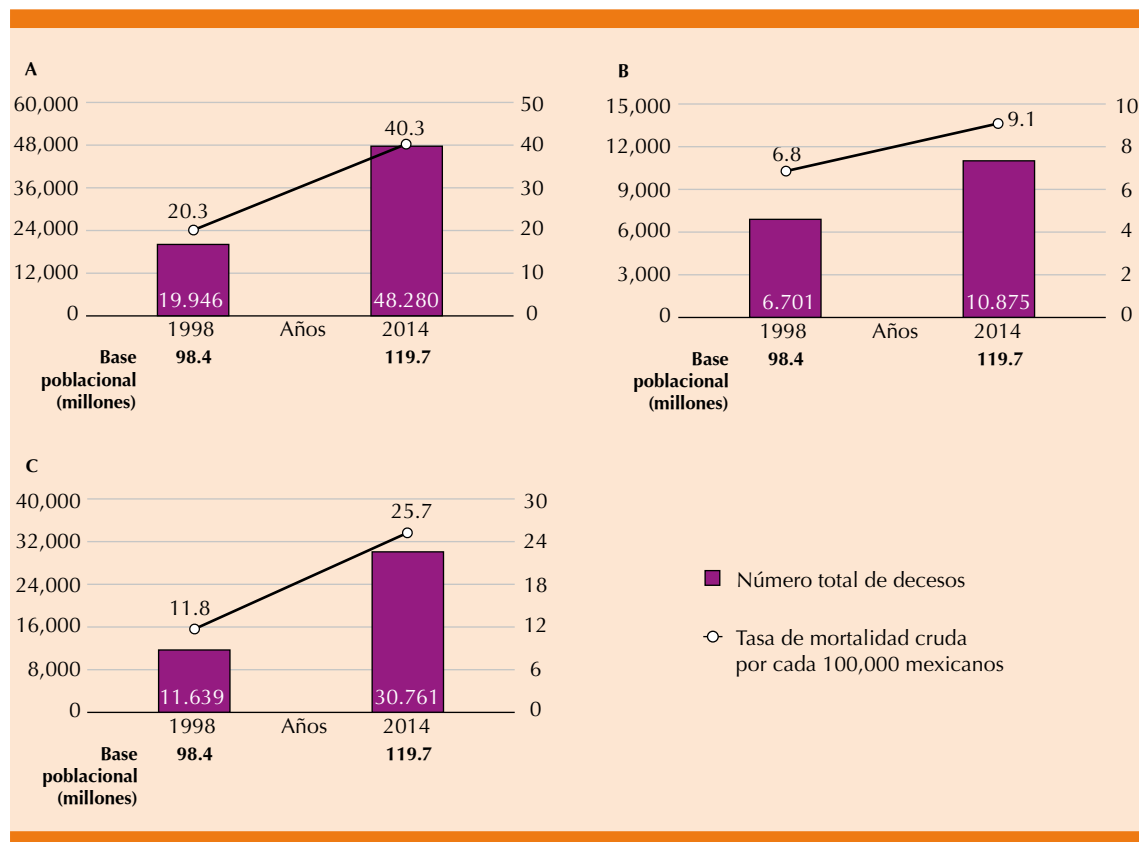


Figura 1. Variación, durante el lapso de 17 años analizado, en las tasas de mortalidad por enfermedad renal crónica asociada con cualquier causa y de enfermedad renal crónica relacionada o no con diabetes mellitus. **A.** Mortalidad por enfermedad renal crónica asociada con cualquier causa. Códigos N18, N19, E10.2, E11.2, E12.2, E13.2, E14.2 e I12. **B.** Mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus. Códigos N18, N19 e I12. **C.** Mortalidad por enfermedad renal crónica relacionada específicamente con diabetes mellitus. Códigos E10.2, E11.2, E12.2, E13.2 y E14.2. ERC: enfermedad renal crónica; DM: diabetes mellitus. El significado de cada uno de los códigos aquí citados se describe en el **Cuadro 1**.

de las causas relacionadas con enfermedad renal crónica, y que – pese a que ambas curvas se crucen a los ~ 70 años de edad, coincidiendo con el deceso de ~ 50% de individuos, sea o no por enfermedad renal crónica– a partir de este punto las curvas comienzan a separarse, para indicar que la existencia de enfermedad renal crónica acorta la supervivencia, con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$ respecto del valor de $p < 0.05$ preestipulado), puesto que –por ejemplo–, a la edad de ~ 80 años, ~ 70%

de los individuos ha fallecido por cualquier causa, en tanto que la muerte de ~ 80% ha sido el resultado directo de las complicaciones de la enfermedad renal crónica.

Asimismo, la curva de mortalidad por cualquier causa y la curva de mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus se entrecruzan a los ~ 80 años de edad (punto en el que poco más de ~ 70% de los individuos ha fallecido por una u otra causa; **Figura 2B**);

aunque en una proporción menor que en el caso anteriormente descrito, la diferencia entre estas dos curvas es también significativa ($p < 0.001$), debido a que, por ejemplo, a los ~ 40 años de edad, ha fallecido por cualquier causa ~ 20% de los individuos y por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus ~ 15%, en tanto que a los ~ 60 años de edad ha muerto ~ 40% por cualquier causa, y a esa misma edad el deceso se ha producido en ~ 30% como resultado de la enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus.

El análisis arroja resultados totalmente distintos respecto a la mortalidad inferida por la enfermedad renal crónica relacionada directamente con diabetes mellitus (**Figura 2C**). En este caso, las curvas de mortalidad por cualquier causa y mortalidad por enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus se entrecruzan a los ~ 65 años de edad con proporción equiparable de decesos en el punto de cruce (~ 50%), pese a lo cual, a partir de ese punto, la existencia de enfermedad renal crónica directamente relacionada con diabetes mellitus acorta de forma significativa la supervivencia ($p < 0.001$), lo que resulta en que, por ejemplo, a los ~ 70 años de edad, ~ 55% haya fallecido por cualquier causa y ~ 65% por complicaciones de la enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus, y que a los ~ 80 años de edad, ~ 70 de los decesos haya ocurrido por cualquier causa y ~ 85% deba válidamente imputarse a la enfermedad renal crónica relacionada con diabetes mellitus.

DISCUSIÓN

En este estudio fue posible utilizar la minería de datos como método de análisis, en la medida en la que pudo tomarse como base una muestra total amplia con cobertura nacional de ~ 9 millones de datos, correspondientes a certificados de defunción almacenados históricamente por la Dirección General de Información en Salud

en México durante 17 años; a partir de esta base “cruda” pudo configurarse una matriz unitaria cuyo análisis, por medio de diferentes métodos estadísticos, permitió la identificación de información significativa acerca del efecto en la República Mexicana de la enfermedad renal crónica secundaria a diabetes mellitus, sin descartar la mención de otras causas de mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus, entre ellas la nefropatía hipertensiva.¹⁸⁻²⁰

Si bien una de las diferencias más significativas entre este estudio y los previamente publicados estriba en su cobertura nacional y en la clara definición nosológica de las entidades médicas en él analizadas, esta investigación exhibe otras diferencias respecto de los resultados de estudios previos. No obstante que este estudio se enfocó en una cobertura nacional, sin detallar las diferencias regionales entre las variables analizadas, tiene como fortaleza haber generado información objetiva acerca de un contexto espaciotemporal bien delimitado (17 años de datos recabados en un país en particular: México), sin necesidad de extrapolar a regiones más amplias los resultados correspondientes particularmente a un solo contexto, tal y como ocurre, por ejemplo, con reportes previos en los que los resultados de estudios elaborados en países sajones se generalizan a regiones con características socioculturales y socioeconómicas señaladamente distintas de las inherentes a la biogeografía sajona.^{3,8-10}

En relación con los estudios previos en el territorio nacional de México, o en algunas de sus regiones, Rodríguez encontró en 2013 una prevalencia nacional de nefropatía hipertensiva de 18 a 25%, no significativamente distinta de la identificada en este trabajo (16.4%).⁷ Respecto de un ámbito de estudio local (la Ciudad de México), Méndez reportó en 2010 una prevalencia cruda de enfermedad renal crónica secundaria a

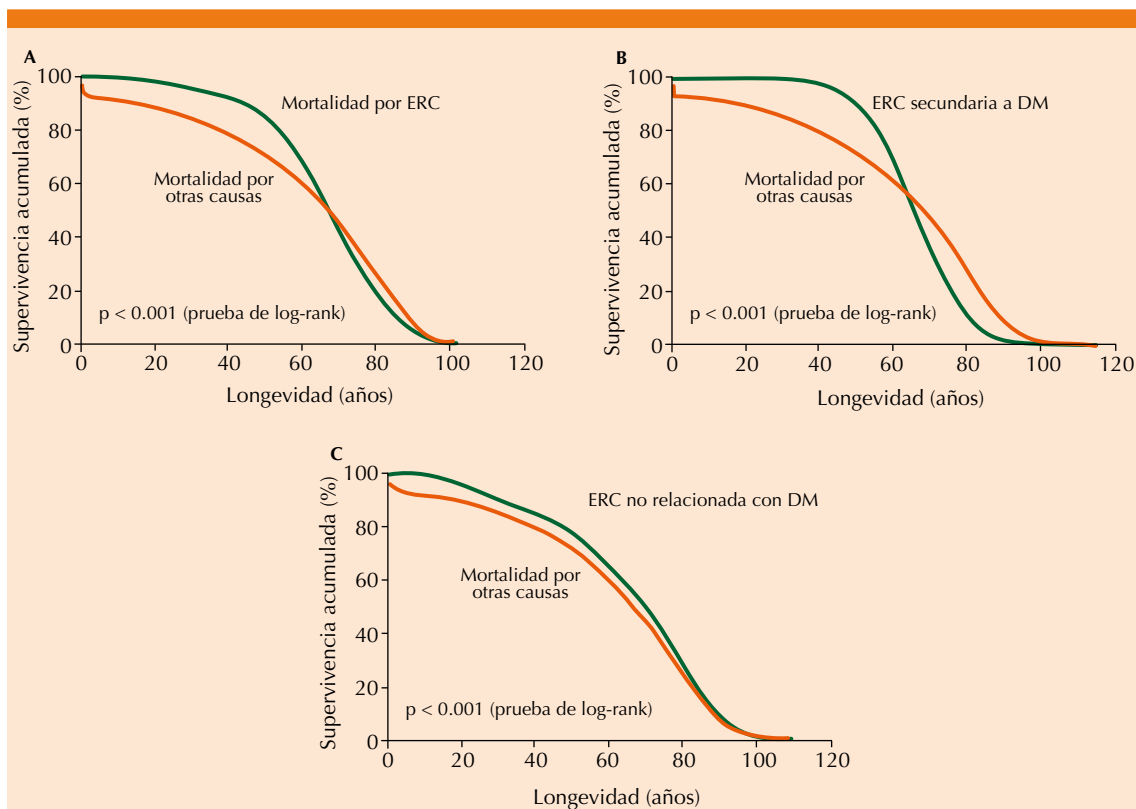


Figura 2. Resultados del análisis actuarial de supervivencia, referentes a la mortalidad por cualquier causa y a la mortalidad por enfermedad renal crónica relacionada o no con diabetes mellitus, utilizando el método de Kaplan-Meier y la prueba de *log-rank* para determinar el significado estadístico de las diferentes comparaciones. **A.** Cualquier causa de muerte vs mortalidad por enfermedad renal crónica asociada con cualquier causa. Códigos N18, N19, E10.2, E11.2, E12.2, E13.2, E14.2 e I12. **B.** Cualquier causa de muerte vs mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus. Códigos N18, N19 e I12. **C.** Cualquier causa de muerte vs mortalidad por enfermedad renal crónica relacionada específicamente con diabetes mellitus. Códigos E10.2, E11.2, E12.2, E13.2 y E14.2.

ERC: enfermedad renal crónica; DM: diabetes mellitus. El significado de cada uno de los códigos aquí citados se describe en el **Cuadro 1**.

diabetes mellitus de 48.5%, muy semejante a la detectada en este trabajo, de 47.9% para el total de la República,⁶ al mismo tiempo que Lozano en 2013 comunicó incremento de 393% en las tasas mexicanas de morbilidad (y mortalidad agregada: morbilidad-mortalidad) de enfermedad renal crónica entre 1990 y 2010, mientras que en este estudio se encontró aumento en la tasa de mortalidad (sin morbilidad agregada)

de 142% en el lapso comprendido entre 1998 y 2014.¹⁷

En este estudio, se encontró mayor prevalencia cruda de mortalidad por enfermedad renal crónica no relacionada con diabetes mellitus, respecto de la específicamente derivada de la diabetes mellitus (52 vs 48%); sin embargo, el efecto de la enfermedad renal crónica asociada

con diabetes mellitus es lo suficientemente significativo como para considerarlo seriamente: involucra prevalencias de mortalidad que afectan principalmente a la población femenina respecto de la masculina (53.7 vs 46.3%), se relaciona con incremento en las tasas de mortalidad de hasta 118% (más de lo doble), e involucra el acortamiento de ~ 12.5 años en la esperanza de vida de la población femenina y de ~ 7.5 años en la población masculina.²³

El conocimiento de estos conceptos motiva a la implementación y optimización de estrategias de manejo de la enfermedad renal crónica dirigidas a todos los niveles de atención sanitaria en México, todos los grados clínicos de enfermedad renal crónica y todos los tipos de prevención (primaria, secundaria, terciaria). El primer nivel de atención es crítico porque constituye el filtro más elemental para la puesta en práctica de las estrategias de prevención primaria. En este primer nivel, resulta decisiva la optimización de las estrategias de prevención dirigidas a:²⁴⁻²⁶

- La educación para la salud (desarrollo de mecanismos eficaces de información y educación que promuevan la cultura del autocuidado en la comunidad).
- La promoción de hábitos dietarios sanos (destinados no sólo al control del aporte calórico y proteínico o a la restricción dietaria de sodio y de potasio, sino también al tratamiento oportuno de la anemia y el control óptimo del peso corporal, apoyados por estrategias de retraso de las alteraciones lipídicas o electrolíticas).
- La prevención y el control tempranos y oportunos de los factores de riesgo cardiovascular, enfocados principalmente en los grupos etarios más susceptibles para el inicio o aparición de la enfermedad renal crónica (> 60 años).

- Las estrategias para un control más estricto de la glucemia y las cifras de presión arterial.
- La prevención de la hiperfiltración mediante (si es necesario) un tratamiento farmacológico basado en dosis bajas de antagonistas de los receptores de la angiotensina de tipo II (ARA-II) o inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA).
- La racionalización para la prescripción prudente de fármacos potencialmente nefrotóxicos (por ejemplo, aminoglucósidos y antiinflamatorios no esteroides [AINE]).

Estas estrategias –útiles para la prevención primaria– lo son también para los otros dos niveles de prevención; sin menoscabo de ellas, en el nivel de prevención secundaria son fundamentales:^{24,25} el diagnóstico temprano de enfermedad renal crónica y el monitoreo sistemático y continuo de cada paciente, un mejor control de los factores que –como se ha visto en el desarrollo de este estudio– influyen en la progresión de la enfermedad renal crónica, principalmente la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, además de la administración racional de fármacos eficaces y de medidas dietarias y relacionadas con la actividad física para el retraso en la progresión de la enfermedad renal crónica (sobre todo, la progresión hacia la necesidad de diálisis) y para la mejoría de la calidad de vida del paciente.

Objetivo idóneo de la prevención terciaria lo es la mejoría de la calidad de vida del paciente tratado mediante diálisis o trasplante renal, basada en la mejor relación posible entre eficacia y costo.²⁵

CONCLUSIONES

La metodología de análisis basada en los procedimientos de la minería de datos es una herramienta valiosa para la evaluación de bases



de datos amplias, porque permite la generación de información significativa y la postulación de conocimientos útiles que pueden válidamente servir de base para la toma de decisiones y la articulación e implementación de estrategias de respuesta a los problemas analizados.

La prevalencia y las tasas de mortalidad referentes a la enfermedad renal crónica –principalmente de la asociada directamente con la diabetes mellitus– se han duplicado en el transcurso de las dos últimas décadas, con un efecto particularmente devastador entre la población femenina, no obstante que las complicaciones de esta enfermedad disminuyen significativamente la supervivencia (esperanza de vida) de mujeres y de hombres.

Debido a lo anterior, resulta indispensable la implementación y la optimización de las estrategias de manejo en todos los niveles de atención sanitaria en México, en todos los grados clínicos de enfermedad renal crónica y en todos los tipos de prevención, siendo decisivos respecto a la prevención primaria e insoslayables en la secundaria y en la terciaria.

REFERENCIAS

1. Levey AS, Eckardt KW, Tsukamoto Y, et al. Definition and classification of chronic kidney disease: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int* 2005;67:2089-100.
2. Espinosa-Cuevas MA. Enfermedad renal. *Gac Méd Méx* 2016;152(Supl 1):90-6.
3. Flores JC. Enfermedad renal crónica: epidemiología y factores de riesgo. *Rev Med Clin Condes* 2010;21(4):502-7.
4. Martínez-Castelao A, Górriz JL, Bover J, et al. Documento de consenso para la detección y manejo de la enfermedad renal crónica. *Aten Primaria* 2014;46(9):501-19.
5. Landray MJ, Emberson JR, Blackwell L, et al. Prediction of ESRD and death among people with CKD: The Chronic Renal Impairment in Birmingham (CRIB) Prospective Cohort Study. *Am J Kidney Dis* 2010;56(6):1082-94.
6. Méndez-Durán A, Méndez-Bueno F, Tapia-Yáñez T, et al. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Dial Traspl* 2010;31(1):7-11.
7. Rodríguez-Hernández JM, González-Nájera R, Albavera-Hernández C. Comportamiento de la mortalidad por enfermedad renal crónica hipertensiva en la República Mexicana entre 1998-2009: un problema creciente. *Gac Méd Méx* 2013;149:152-60.
8. Schieppati A, Remuzzi G. Chronic renal diseases as a public health problem: epidemiology, social, and economic implications. *Kidney International* 2005;68(Suppl 98):S7-10.
9. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Avances: la OMS reconoce la enfermedad renal crónica (ERC) de las comunidades agrícolas de El Salvador como un problema de salud pública. Disponible: <http://www.aecid.sv/?s=oms+152>; consultado: junio 29, 2017.
10. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Sociedad Latinoamericana de Nefrología (SLN). La OPS/OMS y la Sociedad Latinoamericana de Nefrología llaman a prevenir la enfermedad renal y a mejorar el acceso al tratamiento. Disponible: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10542%3A2015opsomsociedadlatinoamericananefrologiaenfermedadrenalmejo; consultado: julio 19, 2017.
11. Alegre-Díaz J, Herrington W, López-Cervantes M, et al. Diabetes and cause-specific mortality in Mexico City. *N Engl J Med* 2016;375:1961-71.
12. Franco-Marina F, Tirado-Gómez LL, Venado-Estrada A, et al. Una estimación indirecta de las desigualdades actuales y futuras en la frecuencia de la enfermedad renal crónica terminal en México. *Salud Pú Méx* 2011;53(4):S506-15.
13. Coresh J, Byrd-Holt D, Astor BC, et al. Chronic kidney disease awareness, prevalence, and trends among US adults, 1999 to 2000. *J Am Soc Nephrol* 2005;16:180-8.
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Chronic Kidney Disease Fact Sheet, 2017. Disponible: https://www.cdc.gov/diabetes/pubs/pdf/kidney_factsheet.pdf; consultado: junio 30, 2017.
15. Obrador GT, García-García G, Villa AR, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the Kidney Early Evaluation Program (KEEP) Mexico and comparison with KEEP US. *Kidney Int* 2010;77 (Suppl 116):S2-8.
16. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380:2095-128.
17. Lozano R, Gómez-Dantés H, Garrido-Latorre F, et al. La carga de enfermedad, lesiones, factores de riesgo y desafíos para el sistema de salud en México. *Salud Pú Méx* 2013;55(6):580-94.
18. Sinnexus, Informática Estratégica. Data mining (minería de datos). Disponible: <http://www.sinnexus.com/business-intelligence/datamining.aspx>; consultado: junio 14, 2017.
19. Molina-Félix LC; Universitat Oberta de Catalunya. Data mining: torturant les dades fins que confessin. Disponible: <http://www.uoc.edu/web/cat/art/uoc/molina1102/molina1102.pdf>; consultado: julio 05, 2017.

20. Aluja T. La minería de datos, entre la estadística y la inteligencia artificial. *Qüestiió* 2001;25(3): 479-98.
21. Secretaría de Salud (México), Dirección General de Información en Salud (DGIS). Bases de datos sobre defunciones. Disponible: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_defunciones_gobmx.html; consultado: julio 03, 2017.
22. CIE.org. Lista de categorías y subcategorías de la Clasificación Internacional de Enfermedades, Décima Revisión (CIE-10). Disponible: <http://cie10.org/Descargas/CIE10-ES%20MAS.pdf>; consultado: julio 03, 2017.
23. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Esperanza de vida. Disponible: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P>; consultado: julio 09, 2017.
24. Alemano G, Celia E, Cusumano AM, et al. Guía de práctica clínica sobre prevención y detección precoz de la enfermedad renal crónica en adultos en el primer nivel de atención. Ministerio de Salud de la Nación, Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica, Dirección de Calidad de los Servicios de Salud, Argentina, 2010.
25. Ministerio de Salud y Deportes (MSyD), Programa Nacional de Salud Renal. Programa de Prevención y Control de Enfermedades Renales. MSyD, La Paz (Bo), 2008.
26. Ávila-Saldivar MN. Enfermedad renal crónica: prevención y detección temprana en el primer nivel de atención. *Med Int Méx* 2013;29:148-53.

AVISO PARA LOS AUTORES

Medicina Interna de México tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: **www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login** podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema *Open Journal Systems* (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.