

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# Implicaciones del proceso de envejecimiento renal en el adulto mayor

## *Implications of the renal aging process in the elderly*

Martha Patricia Rodríguez Sánchez<sup>1</sup>, Roberto D'Achiardi Rey<sup>2</sup>.

1. Especialista en Medicina Interna y Nefrología Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Magister en Bioética Universidad Internacional de Valencia, España. Fellowship American College of Physicians. Profesor Asistente Pontificia Universidad Javeriana. Miembro de Número de la Academia Nacional de Medicina de Colombia y de su Comisión de Ética. Presidente, Capítulo Central, Asociación Colombiana de Medicina Interna, ACMI (2018 -2020, 2022 -2024). Jefe del Servicio de Nefrología Clínica de Marly. Investigadora Senior, Colciencias.
2. Especialista en Medicina Interna, Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario. Especialista en Nefrología, Universidad Militar Nueva Granada. Profesor Titular, Pontificia Universidad Javeriana. Miembro Emérito, Asociación Colombiana de Medicina Interna, ACMI. Miembro Correspondiente, Academia Nacional de Medicina de Colombia.

## Resumen

El mundo está evidenciando que las personas mayores de 65 años constituyen la población demográfica de mayor crecimiento, con un significativo impacto en los resultados en salud a nivel global. El envejecimiento causa cambios internos significativos, siendo el riñón uno de los órganos más afectados en su función y estructura. Los mecanismos involucrados en la senescencia renal podrían explicar los cambios que suceden en el interior de los riñones y que están asociados a modificaciones moleculares, hemodinámicas y metabólicas. La literatura ha descrito variaciones determinantes del proceso de envejecimiento que podrían ser causa o consecuencia del daño renal progresivo, junto con los mecanismos inflamatorios y hemodinámicos directos implicados en arterioesclerosis por disfunción endotelial, fibrosis y atrofia tubular. La prevalencia de la enfermedad renal crónica viene en aumento y ocasiona que un gran número de personas sean diagnosticadas en el mundo con la enfermedad que ese ve asociada con frecuencia a nefrosclerosis. Los riñones envejecidos están muy expuestos a noxas frecuentes y presentan una amplia susceptibilidad, empeorada por una capacidad reducida para resistir el daño, además, tienen mayor pro-

**Recibido:**  
26 de marzo de 2024

**Aceptado:**  
27 de marzo de 2024

**Correspondencia:**  
mprs566@gmail.com

**DOI: 10.56050/01205498.2340**

pensión a progresar frente a cualquier agresión renal, como podría suceder predominantemente en ancianos sanos.

Esta revisión da a conocer aspectos causales y consecuentes implicados en el proceso de senescencia renal, explora diferentes mecanismos que contribuyen a los cambios durante el envejecimiento, y los trastornos relacionados con la edad, en presencia de enfermedad renal con el fin de incrementar el conocimiento y la comprensión de la longevidad y su impacto en el riñón. Se constituye en una ventana abierta al campo de la investigación y a la conducción de nuevos planteamientos diagnósticos y terapéuticos.

**Palabras clave:** Enfermedad renal; Envejecimiento; Función renal; Inflamación crónica; Klotho; Senescencia celular; Longevidad; Mecanismos.

## Abstract

The world is witnessing that people over 65 years of age constitute the fastest growing demographic population, with a significant impact on global health outcomes. Aging causes significant internal changes, with the kidney being one of the organs most affected in function and structure. The mechanisms involved in renal senescence could explain the changes that occur within the kidneys and are associated with molecular, hemodynamic and metabolic modifications. The literature has described determinant variations in the aging process that could be the cause or consequence of progressive renal damage, together with the direct inflammatory and hemodynamic mechanisms involved in arteriosclerosis due to endothelial dysfunction, fibrosis and tubular atrophy. The prevalence of chronic kidney disease is increasing and causes a large number of people worldwide to be diagnosed with the disease that is frequently associated with nephrosclerosis. Aging kidneys are highly exposed to frequent toxins and have a high susceptibility, worsened by a reduced capacity to resist damage, and are more prone to progress against any renal insult, as may occur predominantly in the healthy elderly.

This review provides insight into causal and consequential aspects involved in the process of renal senescence, explores different mechanisms that contribute to changes during aging, and age-related disorders in the presence of renal disease in order to increase knowledge and understanding of longevity and its impact on the kidney. It constitutes an open window to the field of research and to the conduct of new diagnostic and therapeutic approaches.

**Keywords:** Kidney disease; Aging; Renal function; Chronic inflammation; Klotho; Cellular senescence; Mechanisms; Longevity.

## Introducción

La preocupación de los seres humanos por alcanzar más años de vida, vividos con calidad no se detiene **(1)**. Se destacan tres momentos de la historia, fundamentados en investigaciones sobre el envejecimiento **(2,3)**, iniciadas a comienzos del año 1935 **(2)**. El periodo inicial se enfocó en la prevención, diagnóstico, tratamiento y especialmente en la rehabilitación del adulto mayor **(2)**; periodo importante porque percibe el envejecimiento como negativo para la persona, la sociedad y el mundo **(2)**. El segundo periodo es la gerontología; el padre de esta disciplina fue Rybnikov NA, quien describió las causas y condiciones del envejecimiento y los cambios comportamentales asociados con la vejez **(2)**. La evaluación permanente de los conceptos de la gerontología se ha fundamentado en el concepto biopsicosocial que ha dado origen al tercer periodo conocido como la psicogerontología **(2,3)**.

El envejecimiento de la población mundial está en continuo crecimiento y se ha asociado con un incremento en la esperanza de vida, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) **(4)**. Garantizar un envejecimiento saludable no solo es una prioridad sino que implica grandes retos para cumplir las expectativas poblacionales que se vislumbran en el mundo **(5)**. Las estimaciones de las Naciones Unidas indican que la población mundial podría crecer hasta unos 8.500 millones en 2030, 9.700 millones en 2050 y más de 10.400 millones en 2100 **(5)**.

En la actualidad, falta información contundente respecto a las implicaciones estructurales, funcionales y moleculares que derivan del envejecimiento del riñón. Aún existen grandes debates e incertidumbre, alrededor de si los cambios en los riñones dependen del proceso de envejecer por sí mismos o son debidos a causas externas que afectan su integridad.

## Metodología

Se hizo una revisión bibliográfica de los principales artículos y estudios publicados en los idiomas inglés y español, entre los años 2015 y 2024, con-

sultando diferentes bases de datos médicas como PubMed, Cochrane Library y Scielo. Se obtuvo un total de 60 artículos utilizando palabras de búsqueda como “envejecimiento”; “enfermedad renal”; “función renal”; “inflamación crónica”; “Klotho”; “mecanismos”; “senescencia celular”. Por último, se realizó una lectura crítica de los artículos, descartando 9 por no cumplir las expectativas de la revisión.

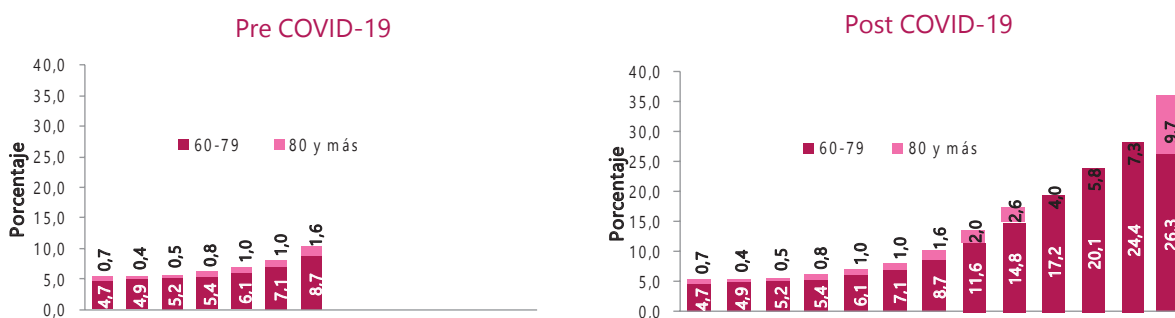
## Implicaciones de la transición demográfica y el envejecimiento

### Epidemiología

Las comunidades sufren los efectos de la transición demográfica; por ello, se requiere garantizar la asistencia social equitativa y la atención de salud de calidad **(6)**. Para el año 2050, el número de personas mayores de 65 años en el mundo podría duplicarse y para el 2100 triplicarse, incrementando cerca del 12%. **(5)** Se prevé para el año 2050 que las personas de 80 años puedan alcanzar los 426 millones **(5)**. El cambio en la distribución del envejecimiento tendrá un mayor impacto en los países con ingresos elevados como Japón, sin desconocer que, en los países de ingresos inferiores como Argentina, Colombia y Perú, los cambios generarán gran impacto socioeconómico **(5)**. Investigaciones evidencian que las personas viven más años, pero con un aumento en la carga de enfermedades no transmisibles y una peor calidad de vida **(6)**.

En Estados Unidos, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades predicen que el 20% de estadounidenses tendrán 65 años o más para 2030 **(7)**. Eurostat predice que el 28% de los europeos tendrán más de 65 años en 2060. **(7)** En América latina, según el informe de la OMS, la proporción de personas de 65 años o más en la población podría aumentar al 19% para el año 2050 **(4)**. La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) informó que para el año 2040, la población adulta mayor será más alta que la población infantil en el mundo **(8)**.

## Nacional. Porcentaje frente al total de personas de 60 a 79 años y de 80 y más, periodo 1950-2070



**Figura 1.** Proyección de la población mayor de 60 años en Colombia, DANE marzo 2023

\*La población mayor de 60 años crece con mayor velocidad en la serie Post COVID-19, específicamente para 2070 el porcentaje de personas mayores de 80 años pasa de 8.1% a 9.7% (9)

## Políticas de protección para las personas mayores

La Convención sobre la Protección de los Humanos de las Personas Mayores es el primer instrumento recto y vinculante que tiene por objeto: “promover, proteger y asegurar el reconocimiento y el pleno goce y ejercicio, en condiciones de igualdad, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales de la persona mayor, a fin de contribuir a su plena inclusión, integración y participación en la sociedad” (10).

La convención (10), entre otros aportes, ofrece unas definiciones jurídicamente vinculantes:

“Envejecimiento”: *Proceso gradual que se desarrolla durante el curso de vida y que conlleva cambios biológicos, fisiológicos, psico-sociales y funcionales de variadas consecuencias, las cuales se asocian con interacciones dinámicas y permanentes entre el sujeto y su medio.*

“Envejecimiento activo y saludable”: *Proceso por el cual se optimizan las oportunidades de bienestar físico, mental y social, de participar en actividades so-*

*ciales, económicas, culturales, espirituales y cívicas, y de contar con protección, seguridad y atención, con el objetivo de ampliar la esperanza de vida saludable y la calidad de vida de todos los individuos en la vejez, y permitirles así seguir contribuyendo activamente a sus familias, amigos, comunidades y naciones. El concepto de envejecimiento activo y saludable se aplica tanto a individuos como a grupos de población.*

“Persona mayor”: *Aquella de 60 años o más, salvo que la ley interna determine una edad base menor o mayor, siempre que esta no sea superior a los 65 años. Este concepto incluye, entre otros, el de persona adulta mayor (10).*

## Estereotipos y comportamiento social, “edadismo”

Los “estereotipos” (cómo pensamos), los “prejuicios” (cómo nos sentimos) y la “discriminación” (cómo actuamos), dirigidos hacia otros o hacia nosotros mismos en función de la edad, conocidos como el “edadismo” (10), son responsables de graves consecuencias para la salud, el bienestar y los derechos humanos de las personas mayores. Estos factores limitan la ejecución adecuada de políticas de salud pública (10). El capitalismo, el sexismo y el racismo, incrementan las desigualdades existentes y aumentan la exclusión, la violencia y los abusos dirigidos hacia las personas mayores. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha trabajado en establecer políticas y leyes que contribuyan a la educación de las comunidades, promuevan el respeto a la interculturalidad y fomenten la educación entre las diferentes generaciones (11-13).

## Envejecimiento saludable

La transición demográfica dificulta el acceso a los recursos básicos esenciales para las personas mayores, lo que limita su capacidad de llevar una vida digna, equitativa y de calidad (11,12). La exclusión social

también restringe las oportunidades de participar plenamente en la sociedad. Por las anteriores razones, en diciembre de 2020, la Asamblea General de las Naciones Unidas lideró la iniciativa para establecer una declaración basada en una estrategia destinada a construir una sociedad para todas las edades, proclamando para el año siguiente a la asamblea, la Década del Envejecimiento saludable 2021-2030 (11). Esta estrategia consolida los esfuerzos de gobiernos, organismos internacionales, sociedad civil, academias, profesionales de diversas áreas, medios de comunicación y el sector privado para mejorar la vida de las personas mayores, así como la de sus familias y sus comunidades (11,12,13).

## Salud y envejecimiento renal

«La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades» (4,14).

La salud, en cuanto a la mejor condición posible, se refiere a ausencia de enfermedad física y mental (1,5).

La diferencia entre vejez y enfermedad radica en el deterioro progresivo de órganos y funciones que inician desde el nacimiento y continua hasta la senescencia, como un proceso de carácter irreversible. Al pasar de la buena salud a un estado de enfermedad, se transforma el espectro de bienestar y calidad de vida (14).

## Las 4 áreas de acción de la década

1. Cambiar la forma en que pensamos, sentimos y actuamos hacia la edad y el envejecimiento.

2. Asegurar que las comunidades fomenten las capacidades de las personas mayores.

3. Ofrecer atención integrada centrada en la persona y servicios de salud primaria que respondan a las personas mayores.

4. Brindar acceso a la atención a largo plazo para las personas mayores que la necesitan.

**Figura 2.** Acciones propuestas para un envejecimiento saludable

Tomada de: <https://www.paho.org/es/decada-envejecimiento-saludable-americas-2021-2030>.

En el envejecimiento no está implícita necesariamente la pérdida de oportunidades laborales, educativas y psicosociales (15). Por ello, las estrategias de incorporación social bien definidas deben estar alienadas con los intereses individuales, porque estos son parte del envejecimiento saludable y contribuyen a disminuir el riesgo de enfermedades (15).

## Implicaciones históricas del envejecimiento en la función renal

El proceso de envejecer es controversial, desfavorable, cambiante, complejo e irreversible. Además, es progresivo en el tiempo, intrínseco y universal (16,17). La interacción genética individual, el microambiente celular y su reserva dinámica, varía entre personas, órganos y especies vivientes, y conlleva a la pérdida o disminución de la capacidad funcional orgánica (14,16, 18).

Hipócrates (Grecia), describió cambios macroscópicos en la orina, vigentes en la actualidad (19). La orina, considerada como el componente corporal de mayor aporte hasta nuestros tiempos, se puede obtener de forma sencilla y rápida y ha sido una de las muestras corporales que más información

aporta en un solo individuo sano o enfermo (19). Patologías del tracto urinario identificadas a partir de la orina fueron descritas por Areteo de Capadocia (120? -200? d.C.)(19). La uroscopia permitió caracterizar el análisis e interpretación de “los humores” que resultaban de la expulsión de líquidos corporales e identificar cambios de color, turbidez y la presencia de sedimentos en la orina (19).

Hay discusión histórica sobre si los ancianos pueden mantener la función renal conservada, esto dependería de la homeostasis, que al alterarse provocará reducción severa de la reserva funcional (18).

Otros avances históricos en la fisiología renal	
Homer Smith	Métodos de medida de filtración glomerular: Inulina y Paraminohipúrico
Robert W. Berliner	Excreción de potasio
Robert F. Pitts	Mecanismos de acidificación urinaria
Eli K. Marshall	Función secretora de los túbulos renales
Donald Dexter Van Slyke y Ambard	Aclaramiento renal
Alfred N. Richards	Micropunción e glomérulos de anfibios, proceso inicial e ultrafiltración

**Tabla 1.** Otros avances en la fisiología del riñón. Elaboración propia.

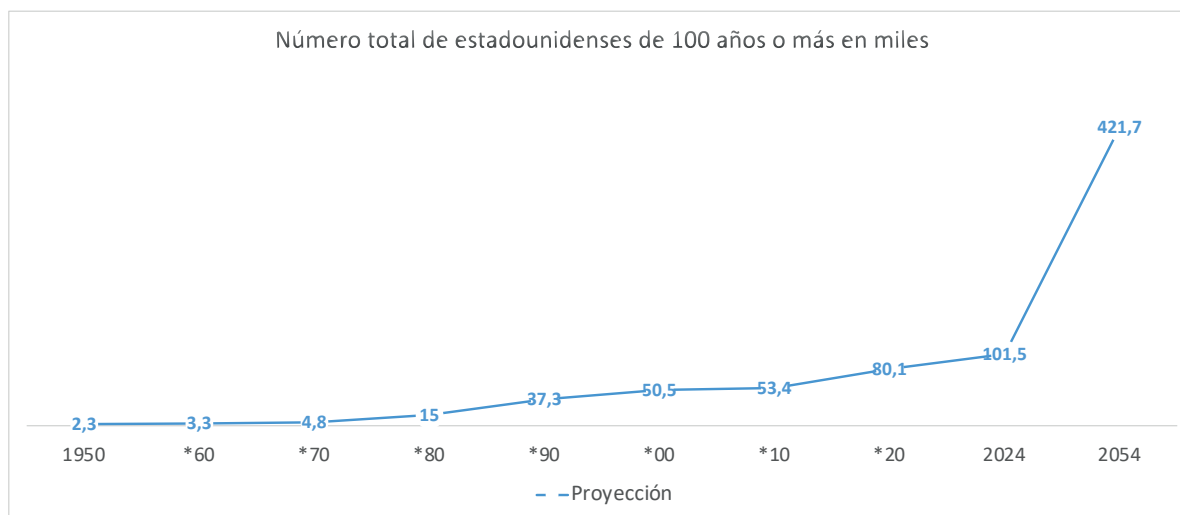
## Longevidad y centenarios, una mirada multidimensional

Es necesario diferenciar el envejecimiento normal debido al incremento de los años del envejecimiento patológico resultado de presentar enfermedades agudas o crónicas (20), factores medioambientales, malos hábitos de vida (20, 21) como el tabaquismo, el alcohol y otras sustancias psicoactiva y la malnutrición, que se asocian a disruptores endocrinos (20). La exposición a componentes químicos o “exposoma”, descritos en el año 2005 por Christofer Wild, hace referencia a las exposiciones diversas a lo largo de la vida (21) que influyen desfavorablemente en la vejez (22).

La Organización de Naciones Unidas (ONU), predice que el número de centenarios en todo el mundo aumentará drásticamente. En estados unidos se encuentra la mayor densidad de personas centenarias (97.000 aproximadamente). La tasa más alta se encuentra en Japón: 0,06 % de personas de 100 años

o más (23). No conocemos cuales pueden ser las expectativas que tienen las personas que han alcanzado tan larga vida, pero podrían existir diferencias entre los que viven en países desarrollados y aquellos con condiciones económicas, psicosociales y personales distintos. Vivir una vida larga es un deseo de muchos seres humanos. La esperanza de vida se ha asociado con incremento del número de personas de más de 100 años viviendo en condiciones de salud y calidad de vida inciertas (4, 23).

La reparación sistemática renal será insuficiente para lograr compensar la capacidad de eliminar las lesiones presentes durante la senescencia de las células, tejidos y órganos que interactúan con el riñón (16, 23). Esta capacidad reparadora reducida tiene implicaciones deletéreas en personas centenarias (23), sin embargo, es factible que su capacidad de compensar los cambios implicados en la reparación sistemática haya sido superior al de aquellas personas que alcanzaron la muerte en etapas mucho más tempranas, a lo mejor, con una carga de enfermedad más comprometida en comparación con la de personas centenarias.



**Figura 3.** Proyección de la población centenaria en Estados Unidos

Tomado y modificada de: Oficina del Censo de EE. UU. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2024/01/09/us-centenarian-population-is-projected-to-quadruple-over-the-next-30-years/>

Otros factores tienen impacto en la forma de envejecer, entre ellos situaciones transicionales como el período de jubilación, cambios de vivienda, aislamiento social y pérdida de seres queridos (23,24). Estas situaciones llevan a mayor sensación de soledad con impactos psicoafectivos desfavorables.

El envejecimiento se acompaña de síndromes geriátricos, consecuencia de diversos factores subyacentes como la fragilidad, la incontinencia urinaria, el mayor riesgo de caídas, delirium y las úlceras por presión (25).

El médico Dámaso, psicólogo, antropólogo y catedrático universitario menciona que: *“El envejecimiento humano representa la manifestación, asociada al paso del tiempo, de diversas reducciones en la capacidad de adaptación de nuestras células en los diversos tejidos y órganos de nuestra bioeconomía”* (26). Las condiciones diversas que influyen en el proceso natural de envejecer, parece que tienen implicaciones entre más años vividos, se tengan con respecto al estado de salud (27). La educación, los ingresos económicos y el medioambiente deben ser consistentes con el desarrollo y las necesidades de las comunidades para brindar mayor bienestar (26).

Es evidente que el estado de salud cambia con la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles y la presencia de barreras para lograr una nutrición saludable, una mayor actividad física y mantener hábitos saludables como la reducción o el cese del tabaquismo o del consumo de alcohol (21,28); estos factores pueden afectar el nivel de dependencia de cuidados, la toma de decisiones, así como también, estos factores pueden influir en la percepción de abandono social y el de sus familias, en estados avanzados de enfermedad en su larga trayectoria de vida con condiciones de mayor vulnerabilidad (29).

La OMS define calidad de vida como *“la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia,*

*en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes”* (30). El término bienestar se asocia con desarrollo económico, riqueza familiar o individual, nivel de vida, estado de salud, longevidad individual, calidad y cantidad de los “servicios médicos”, ingresos o salarios con la satisfacción de necesidades y deseos, y con la existencia de la llamada felicidad; cada elemento puede ser un componente subjetivo de calidad de vida, individual o colectivo (31).

## Cambios biológicos y funcionales del riñón durante el envejecimiento

El doctor Dámaso describe que múltiples factores interfieren en el envejecimiento renal provocando cambios estructurales o funcionales del riñón (16).

La interacción intrínseca causa diferentes daños renales (16, 32).

El factor de crecimiento fibroblástico 23, la senescencia celular, el acortamiento de telómeros (32,16), la inflamación crónica y la señalización Wnt están sobreexpresados en el envejecimiento (16).

El gen Klotho, proteína transmembrana, presente en los túbulos distales, proximales y colectores de los riñones en concentraciones bajas

favorece la arteriosclerosis y la progresión de daño renal (16). Estudios en animales demostraron que la sobreexpresión de este gen prolongó la vida del ratón, sugiriendo un efecto supresor del envejecimiento (16,32).

Otros mecanismos provocadores de fibrosis y atrofia en el envejecimiento renal, así como en el daño renal comprometen las vías de señalización (32) a saber: respuesta proinflamatoria / fibrótica, pérdida de factores protectores renales, proteínas morfogenéticas óseas, trastornos vasculares y el estrés oxidativo (33). El descenso del número de nefro-

**“Es necesario diferenciar el envejecimiento renal normal del envejecimiento patológico resultado de presentar enfermedades agudas o crónicas”**



CAMBIOS ESTRUCTURALES	CAMBIOS FUNCIONALES
Descenso del 10% de la masa renal cada 10 años a partir de la cuarta década, adelgazamiento cortical y disminución del número de nefronas funcionales	Descenso de la tasa de filtración glomerular y reserva renal a partir de la cuarta década
Engrosamiento de la membrana basal glomerular, glomeruloesclerosis segmentaria y focal, hipertrofia glomerular	Incremento de proteinuria y albuminuria
Atrofia tubular y fibrosis intersticial. Divertículos tubulares	Mayor retención urinaria (riesgo de infección del tracto urinario)
Hialinosis y engrosamiento arteriolar. Aumento de la tortuosidad de arterias arcuatas e interlobares	Descenso del flujo plasmático renal (650 mL/min a 290 mL/min) y aumento de las resistencias vasculares

**Tabla 2.** Cambios morfológicos y funcionales asociados con el envejecimiento.

Tomado y adaptado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2016.03.006>

nas y la disminución en el tamaño de estas ocasionan cambios en los glomérulos y en los túbulos renales, caracterizados por glomeruloesclerosis global, atrofia tubular, fibrosis intersticial y esclerosis arterial, mucho más marcada en el envejecimiento llegando a superar el 10-12 % (32).

La disminución de la masa nefronal disminuye la capacidad filtrante renal (34). El glomérulo filtra 180 litros de plasma al día (125 mL/min), así, el filtrado glomerular (FG) depende de la edad, el índice de masa corporal que vendría siendo de 120-130 mL/min/1,73 m<sup>2</sup> SC en una persona sana y cae en personas con ERC (34).

En el envejecimiento renal, a pesar de los vacíos del conocimiento, gran parte de los estudios se originan de riñones sanos envejecidos y de la extrapolación de estudios experimentales y clínicos en ERC (35); se requieren más estudios de prevalencia en población anciana con ERC (36). El modelo ARIMA (Kazajstán) proyectó 1.504.694 casos prevalentes esperados en 2030. La mortalidad prevista pasó de 17.068 casos en 2020 a 37.305 muertes en 2030 (36). Para 2030, la prevalencia y la mortalidad de la ERC aumentarán significativamente, según el modelo previsto, lo que implica mayores

medidas de cribado entre las poblaciones de mayor riesgo, que permitan ofrecer tratamientos oportunos para disminuir la mortalidad (36).

Los túbulos renales presentan disfunción progresiva caracterizada por alteración de la reabsorción de sodio, la excreción de potasio y de la capacidad de concentrar la orina, aumentando con ello el riesgo de lesión renal. Los longevos presentan gradiente transtubular de potasio bajo, sin lograr compensar la hiperpotasemia, esto puede relacionarse con tasas de filtración más bajas con un menor aporte de sodio y cloro al túbulo distal (16, 37).

Un aumento fisiológico del factor de crecimiento fibroblástico 23 (FGF23) (38), corresponde a un trastorno metabólico temprano en la ERC, su incremento ocurre antes de aparecer el daño renal como respuesta fisiológica esperable para mantener el equilibrio normal de fósforo. Durante el envejecimiento esto es más lento, la asociación con el gen Klotho es un mecanismo protector renal, mientras que las concentraciones elevadas de FGF23 ocasionan mayor mortalidad cardiovascular y deterioro renal (38,39). Cambios estructurales y funcionales de los vasos sanguíneos del riñón envejecido son caracterizados por aumento en la matriz extracelular

y mayor proliferación celular en la íntima de las arteriolas preglomerulares con subsecuentes cambios corticales por derivación celular hacia esta zona (40).

El tono simpático incrementado provoca vasoconstricción y disminución del tono por medio de los barorreceptores aórticos asociados con el envejecimiento. Los vasodilatadores renales como el óxido nítrico, el péptido natriurético atrial y los aminoácidos pierden efectividad con el envejecimiento, lo cual se agrava por la presencia de ERC (40).

El sistema renina angiotensina aldosterona está implicado en la aparición de fibrosis, estrés oxidativo y disfunción mitocondrial (41). El uso de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, entre otros fármacos, pueden retrasar la progresión del daño renal (41,42).

La señalización de Wnt juega un papel relevante en el control de la nefrogénesis y de otros trastornos renales (43, 45). Los telómeros constituyen complejos de nucleoproteínas en los extremos de los cromosomas, encargados de preservar su integridad. La longitud de los telómeros sufre un acortamiento temporal, para luego entrar en la fase de senescencia replicativa caracterizada por degeneración telomérica entre más avanzada sea la edad del sujeto. Las células somáticas acortan sus telómeros durante cada división celular agotándolos progresivamente provocando senescencia celular. Este proceso es conocido como “el reloj mitótico” (46). La enzima telomerasa es necesaria para mantener el tamaño y la estabilidad de la longitud de los telómeros. Las células senescentes expresan p16 y p21, deteniendo la proliferación celular (16, 46). El desarrollo normal del riñón requiere comunicaciones célula-célula complejas y precisas, en las que la señalización Wnt tiene un rol determinante para prevenir la aparición de estrés oxidativo y fibrosis renal (44-46).

## La inflamación y el envejecimiento

El envejecimiento es un estado proinflamatorio caracterizado por incremento del factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), interleucina 6 (IL-6), interleucina 1 (IL-1), y proteína C reactiva (PCR). La disfunción de linfocitos B y T interactúa en simultáneo durante el envejecimiento (16,17,47). El estado proinflamatorio no solo hace parte del envejecimiento sino que también hace parte de las enfermedades crónicas como es el caso de los pacientes renales independientes de su estadio de enfermedad.

## Fragilidad en el paciente anciano

En la ERC, la fragilidad hace parte del síndrome geriátrico caracterizado por debilidad, alteraciones de la movilidad o el equilibrio y reserva funcional mínima, mayor vulnerabilidad y estrés (48). Puede existir disminución de la masa magra o sarcopenia, que a su vez cursa con disminución de la función renal (49). La prevalencia de fragilidad aumenta con la edad y con la ERC (48,49). En el anciano con ERC sin diálisis la fragilidad es cercana al 14 % y alcanza un 40 % en los pacientes que requieren terapias de soporte renal (50).

Un estudio sueco, realizado para describir y comparar el perfil de biomarcadores sanguíneos en el envejecimiento, comparó edades entre 64 y 99 años y su probabilidad de llegar a los 100 años. Se evaluó en qué medida los centenarios tienen perfiles homogéneos en periodos tempranos en la vida. La cohorte AMORIS Apolipoprotein Mortality Risk inició en 1996 con un seguimiento aproximadamente de 30 años en personas nacidas desde el año 1893 a 1920, midieron biomarcadores de metabolismo, inflamación, hígado, riñones, anemia y parámetros nutricionales. Encontraron mujeres (84,6 %) que vivieron hasta los 100 años y sus biomarcadores fueron más bajos (creatinina, glucosa, hierro y enzimas hepáticas). El autor describe que “*las diferencias en los valores de biomarcadores*

entre centenarios y no centenarios más de una década antes de la muerte sugieren que los factores genéticos y/o posiblemente modificables del estilo de vida, reflejado en estos niveles de biomarcadores, puede desempeñar un papel importante para una longevidad excepcional”.

## Conclusiones

El envejecimiento es un proceso progresivo, inevitable y universal, en el que la función fisiológica de muchos órganos y sistemas declina a medida que avanza la edad, con un comportamiento diverso de una persona a otra y en el cual múltiples factores interactúan entre sí. La presencia de mecanismos estresores como la enfermedad o los fármacos causan en la senectud una respuesta deficiente, ocasionando alteración de la homeostasis y otros cambios fisiopatológicos que influyen la esperanza de vida o supervivencia máxima de la especie humana.

Las personas sin patología renal conocida deberán tener controles médicos periódicos con el fin de identificar cambios en la función renal asociados al envejecimiento por lo menos cada año, según las recomendaciones de las guías nacionales e internacionales. Los pacientes con ERC requieren mantener estilos de vida saludables, seguimiento médico periódico de acuerdo con los resultados de sus biomarcadores, mantener vigilancia de los factores de riesgo cardiovascular, metabólico, nutricional y hormonal, evitar la autoformulación y empoderarse de su enfermedad, con un nivel de adherencia farmacológica adecuada para disminuir la morbimortalidad, fortalecer el bienestar y alcanzar más años de vida con buena calidad.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Financiación

Ninguna.

## Agradecimientos

A Isabel Cristina Rodríguez Sánchez por la contribución y aportes al desarrollo temático.

## Referencias

1. Awick EA, Wójcicki TR, Olson EA, Fanning J, Chung HD, Zuniga K, Mackenzie M, Kramer AF & McAuley E. Differential exercise effects on quality of life and health-related quality of life in older adults: a randomized controlled trial. *Qual Life Res*, 2015; 24(2), 455–62. <https://doi.org/10.1007/s11136-014-0762-0>
2. Santana-Álvarez J. La Geriatria, Gerontología y Psicogerontología en la revista *Archivo Médico de Camagüey*. *Arch Méd Camagüey*. 2016; 20(2):108-13.
3. Roman-Sangrador C. *Psicogerontología: síntesis histórica de los cerca de dos siglos de estudio del envejecimiento [Internet]*. *Geriatricarea*. 2018 [citado el 23 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.geriatricarea.com/2018/11/27/psicogerontologia-sintesis-historica-de-los-cerca-de-dos-siglos-de-estudio-del-envejecimiento/>
4. *Decade of healthy ageing 2020-2030*. Organización Mundial de la Salud [Internet]. [www.who.com](http://www.who.com). 2020 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/decade-of-healthy-ageing/decade-proposal-final-apr2020rev-es.pdf?sfvrsn=b4b75ebc\\_25&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/decade-of-healthy-ageing/decade-proposal-final-apr2020rev-es.pdf?sfvrsn=b4b75ebc_25&download=true)
5. *Serie - La década del envejecimiento saludable en las américas: situación y desafíos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]*. [www.paho.org](http://www.paho.org). 2023; [citado 2024 Mar 24]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/serie-decada-envejecimiento-saludable-americas-situacion-desafios>
6. Almeida Filho N. de., Rouquayro MZ. *Introducción a la epidemiología. - Remedios de Escalada : De la UNLa - Universidad Nacional de Lanús, 2023. Libro digital, PDF - (Cuadernos del ISCo / Hugo Spinelli ; Salud colectiva; 34*
7. O'Sullivan ED, Hughes J & Ferenbach DA. Renal Aging: Causes and Consequences. *J Am Soc Nephrol*. 2017;28(2):407–20. <https://doi.org/10.1681/ASN.2015121308>
8. *Definición de algunos indicadores demográficos. Comisión Económica para América Latina. Cepal.org [Internet]*. [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/def\\_ind.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/def_ind.pdf)

9. *Proyecciones de población Indicadores demográficos.* dane.gov.co [Internet]. [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/presentacion-Proyopoblacion-IndDemograficos-ActPostCOVID.pdf>
10. *Convención interamericana sobre la protección de los derechos humanos de las personas mayores.* oas.org [Internet] [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://www.oas.org/es/sla/ddi/docs/tratados\\_multilaterales\\_interamericanos\\_A-70\\_derechos\\_humanos\\_personas\\_mayores.pdf](https://www.oas.org/es/sla/ddi/docs/tratados_multilaterales_interamericanos_A-70_derechos_humanos_personas_mayores.pdf)
11. *Década del Envejecimiento Saludable en las Américas (2021-2030)* Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [www.paho.org](http://www.paho.org). [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/decada-envejecimiento-saludable-americas-2021-2030>
12. Lifschitz, V, Sanchez, LI. *Envejecimiento y salud en Latinoamérica.* [Internet]. Researchgate.net. 2023 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/372620617\\_Envejecimiento\\_y\\_salud\\_en\\_Latinoame\\_rica](https://www.researchgate.net/publication/372620617_Envejecimiento_y_salud_en_Latinoame_rica)
13. *El contexto sociodemográfico y económico del envejecimiento en América Latina.* Organización Panamericana de la Salud y Naciones Unidas [Internet]. Paho.org. 2023 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57341/9789275326831\\_spa.pdf?sequence=5](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57341/9789275326831_spa.pdf?sequence=5)
14. Alvarez Vera T. *Concepto de salud renal y nefroenvejecimiento.* Rev Médica Risaralda. 2020;26(1):4-6. <http://dx.doi.org/10.22517/25395203.24001>
15. González-Raimundi Z. *University Educational Opportunities to Adults 50 Years of Age or Older: Fundamental Reasons and Characteristics.* International Journal of Educational Excellence. [Internet] 2016;(2)2:65-6. [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://documento.uagm.edu/cupey/ijee/ijee\\_gonzalez\\_raimundi\\_2\\_2\\_65\\_76.pdf](https://documento.uagm.edu/cupey/ijee/ijee_gonzalez_raimundi_2_2_65_76.pdf)
16. Montero Valverde D, Abarca Brenes I, Pacheco Muñoz M. *Mecanismos de envejecimiento renal.* Rev. méd.sinerg. 1 de mayo de 2022;7(5):e804. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/804>
17. Gekle M. *Kidney and aging — A narrative review.* Exp Gerontol. 2017; 87:153–5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2016.03.013>
18. Schmitt R, Melk A. *Molecular mechanisms of renal aging.* Kidney Int. 2017;92(3):569–79.
19. Avendaño LH. *Historia de la nefrología en España* [Internet]. En: *Antecedentes históricos.* Sociedad Española de Nefrología; [citado el 24 de marzo de 2024]. p. 19-24. Disponible en: [https://static.elsevier.es/assets\\_org\\_prod/webs/46/pdf/cap2.pdf](https://static.elsevier.es/assets_org_prod/webs/46/pdf/cap2.pdf)
20. Byung – Chul, Han. *La sociedad del cansancio.* Editorial Herder, S.L. Primera edición, cuarta impresión. Barcelona – España, 2021.
21. Medina, María; Martínez, Adolfo; Soberón, Guillermo. *Seminario sobre salud. Módulo 3. Padecimientos relacionados con las conductas de riesgo.* [Internet] El Colegio Nacional. México: México D.F. [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=IDxRDwAA-QBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=exposoma+&ots=K-CiSTxjws&sig=\\_X9wCAk8H5CEqf8rSzTfEdYt-QIE&redir\\_esc=y#v=onepage&q=exposoma&f=false](https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=IDxRDwAA-QBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=exposoma+&ots=K-CiSTxjws&sig=_X9wCAk8H5CEqf8rSzTfEdYt-QIE&redir_esc=y#v=onepage&q=exposoma&f=false)
22. *Una contaminación invisible daña las hormonas* [Internet]. IBERCAMPUS.es. 2016 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ibercampus.es/una-contaminacion-invisible-da-na-las-hormonas-33232.htm>
23. Schaeffer K. *U.S. centenarian population is projected to quadruple over the next 30 years* [Internet]. Pew Research Center. 2024 [citado el 25 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.pewresearch.org/short-reads/2024/01/09/us-centenarian-population-is-projected-to-quadruple-over-the-next-30-years/>
24. Stepler R. *World's centenarian population projected to grow eightfold by 2050* [Internet]. Pew Research Center. 2016 [citado el 25 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.pewresearch.org/short-reads/2016/04/21/worlds-centenarian-population-projected-to-grow-eightfold-by-2050/>
25. Huenchuán S (editora). *Envejecimiento, personas mayores y agenda 2030 para el desarrollo sostenible: perspectiva regional y de derechos humanos* [Internet]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2018 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44369>
26. Dámaso-Crespo S. *Aspectos biológicos del envejecimiento y su acción en la esfera médico-social* [Internet]. SEGG. 2022 [citado el 24 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.segg.es/ACTUALIDAD-SEGG/2022/04/01/ASPECTOS-BIOLÓGICOS-DEL-ENVEJECIMIENTO-Y-SU-ACCION-EN-LA-ESFERA-MEDICO-SOCIAL>
27. *Estrategia y plan de acción mundiales sobre el envejecimiento y la salud 2016-2020: hacia un mundo en el que todas las personas puedan vivir una vida prolongada y sana* [Internet]. (resolución WHA 69.3). En: 69.ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 23 a 29 de mayo de 2016. Organización Mundial de la Salud, Who.int. [citado el 25 de marzo de 2024]. Disponible en: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA69-REC1/A69\\_2016\\_REC1-sp.pdf#page=1](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA69-REC1/A69_2016_REC1-sp.pdf#page=1)

28. Hawkes C, Fanzo J. *Nourishing the SDGs: Global Nutrition Report 2017*. 2017 [citado el 27 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/19322/>
29. González Ollino D, Sosa Z, Reboiras Finardi LD. *Las dimensiones del envejecimiento y los derechos de las personas mayores en América Latina y el Caribe. Textos seleccionados 2009-2020 [Internet]*. Cepal.org. 2021 [citado el 25 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/items/9868326e-783e-434d-88e2-a23d4330048a>
30. ¿Qué es la calidad de vida según la OMS? Descubra sus indicadores y cómo mejorarla [Internet]. *que es la calidad de vida*. 2023 [citado el 26 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://queeslcalidaddevida.com/que-es-la-calidad-de-vida-oms/>
31. Rubio Olivares DY, Rivera Martínez L, Borges Oquendo LD, González Crespo FV. *Calidad de vida en el adulto mayor. Varona [Internet]*. 2015;(61):1-7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360643422019>
32. Hommos MS, Glasscock RJ, Rule AD. *Structural and functional changes in human kidneys with healthy aging. J Am Soc Nephrol*. 2017;28(10):2838–44. <http://dx.doi.org/10.1681/ASN.201704042>
33. Mora-Gutiérrez JM, Slon Roblero MF, Castaño Bilbao I, Izquierdo Bautista D, Arteaga Coloma J, Martínez Velilla N. *Enfermedad renal crónica en el paciente anciano. Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2017;52(3):152–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2016.03.006>
34. Levey AS, Inker LA, Coresh J. *Chronic Kidney Disease in Older People. JAMA*, 2015;314(6):557. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2015.6753>
35. Murphy D, McCulloch CE, Lin F, Banerjee T, Bragg-Gresham JL, Eberhardt MS, et al. *Trends in prevalence of chronic kidney disease in the United States. Ann Intern Med*. 2016;165(7):473. <http://dx.doi.org/10.7326/m16-0273>
36. Zhakhina G, Mussina K, Yerdessov S, Gusmanov A, Sakko Y, Kim V, et al. *Analysis of chronic kidney disease epidemiology in Kazakhstan using nationwide data for 2014-2020 and forecasting future trends of prevalence and mortality for 2030. Renal failure*. (2024);46(1):2326312. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2024.2326312>
37. House AA, Wanner C, Sarnak MJ, Piña IL, McIntyre CW, Komenda P, et al. *Heart failure in chronic kidney disease: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. Kidney Int*. 2019;95(6):1304–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.kint.2019.02.022>
38. Drew DA, Katz R, Kritchevsky S, Ix JH, Shlipak MG, Newman AB, et al. *Fibroblast growth factor 23: A biomarker of kidney function decline. Am J Nephrol*. 2018;47(4):242–50. <http://dx.doi.org/10.1159/000488361>
39. Kuro-o M. *The Klotho proteins in health and disease. Nat Rev Nephrol*. 2019;15(1):27–44. <http://dx.doi.org/10.1038/s41581-018-0078-3>
40. García Chaves D, Jiménez Campos H. *Cambios estructurales renales en el riñón con el envejecimiento: con énfasis en glomeruloesclerosis. Med Leg Costa Rica [Internet]*. 2018 [citado el 24 de marzo de 2024];35(1):75–83. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152018000100075&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152018000100075&lng=en)
41. Patel S, Rauf A, Khan H, Abu-Izneid T. *Renin-angiotensin-aldosterone (RAAS): The ubiquitous system for homeostasis and pathologies. Biomed Pharmacother*. 2017;94:317–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.091>
42. Yang T, Xu C. *Physiology and pathophysiology of the intrarenal renin-angiotensin system: An update. J Am Soc Nephrol [Internet]*. 2017;28(4):1040–9. <http://dx.doi.org/10.1681/asn.2016070734>
43. Miao J, Liu J, Niu J, Zhang Y, Shen W, Luo C, et al. *Wnt/β-catenin/RAS signaling mediates age-related renal fibrosis and is associated with mitochondrial dysfunction. Aging Cell*. 2019;18(5). <http://dx.doi.org/10.1111/acel.13004>
44. Wang Y, Zhou CJ, Liu Y. *Wnt signaling in kidney development and disease. Prog Mol Biol Transl Sci*. 2018;153:181–207. doi: <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2017.11.019>
45. Li Z, Zhou L, Wang Y, Miao J, Hong X, Hou FF, et al. *(pro)renin receptor is an amplifier of Wnt/β-catenin signaling in kidney injury and fibrosis. J Am Soc Nephrol*. 2017;28(8):2393–408. <http://dx.doi.org/10.1681/asn.2016070811>
46. Kidir V, Aynali A, Altuntas A, Inal S, Aridogan B, Sezer MT. *Telomerase activity in patients with stage 2–5D chronic kidney disease. Nefrología*. 2017;37(6):592–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2017.03.025>
47. Valentijn FA, Falke LL, Nguyen TQ, Goldschmeding R. *Cellular senescence in the aging and diseased kidney. J Cell Commun Signal*. 2018;12(1):69–82. <http://dx.doi.org/10.1007/s12079-017-0434-2>
48. Lam M, Jassal SV. *The concept of frailty in geriatric chronic kidney disease (CKD) patients. Blood Purif*. 2015;39(1–3):50–4. <http://dx.doi.org/10.1159/000368952>

49. Musso CG, Jauregui JR, Macías Núñez JF. *Frailty phenotype and chronic kidney disease: a review of the literature. Int Urol Nephrol [Internet]. 2015;47(11):1801–7. <http://dx.doi.org/10.1007/s11255-015-1112-z>*
50. ohansen KL. *The frail dialysis population: A growing burden for the dialysis community. Blood Purif. 2015;40(4):288–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1159/000441575>*
51. Murata S, Ebeling M, Meyer AC, Schmidt-Mende K, Hammar N, Modig K. *Blood biomarker profiles and exceptional longevity: comparison of centenarians and non-centenarians in a 35-year follow-up of the Swedish AMORIS cohort. GeroScience [Internet]. 2023;. <http://dx.doi.org/10.1007/s11357-023-00936-w>*