

## Willem Kolff: father of dialysis

*Willen Kolff: padre de la diálisis*

Nayeli Tejena<sup>1</sup> , Justhyn Loor<sup>1</sup> , Nathalia Campos<sup>1\*</sup>

Gina Mendoza<sup>1</sup> , Odalis Vera<sup>1</sup> , Claudia T. Cabrerizo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Medicina, Universidad San Gregorio de Portoviejo, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Domingo Savio, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

\*Autor correspondiente

Recepción: 17-09-2024

Aceptación: 21-12-2024

Publicación: 31-01-2025

### ABSTRACT

Dialysis is a vital treatment for patients with chronic kidney failure, enabling the removal of metabolic waste and excess fluids when the kidneys cease to function. Although the idea of blood purification dates back to ancient times, Willem Kolff revolutionized the field by developing the first artificial kidney in 1943, earning the title "Father of Dialysis". This essay examines the historical evolution of dialysis, highlighting the challenges Kolff faced and his medical legacy. Before his innovation, chronic kidney failure was almost invariably fatal due to the lack of effective treatments. Earlier researchers such as Nollet, Dutrochet, and Graham laid the scientific foundation by studying osmosis and diffusion, essential dialysis principles. During World War II, Kolff built the first artificial kidney using rudimentary materials, successfully saving a patient's life in 1945. Later, he refined this technology in the United States and contributed to developing advanced medical devices. Kolff's invention transformed kidney failure from a fatal condition to a manageable disease, although economic and infrastructural barriers still hinder global access. His legacy inspires modern medicine, emphasizing the importance of innovation in healthcare.

**Keywords:** Willem Kolff, dialysis, kidney failure, medical history, medical innovation.

### RESUMEN

La diálisis es un tratamiento esencial para pacientes con insuficiencia renal crónica, permitiendo la eliminación de desechos metabólicos y el exceso de líquidos cuando los riñones dejan de funcionar. A pesar de que la idea de purificar la sangre tiene raíces en la antigüedad, Willem Kolff marcó un antes y un después al desarrollar el primer riñón artificial en 1943, ganándose el reconocimiento como "Padre de la Diálisis". Este ensayo analiza la evolución histórica de la diálisis, resaltando los desafíos enfrentados por Kolff y su legado en la Medicina. Antes de su innovación, la insuficiencia renal crónica era prácticamente una sentencia de muerte debido a la falta de tratamientos eficaces. Investigadores previos como Nollet, Dutrochet y Graham sentaron las bases científicas mediante el estudio de la ósmosis y la difusión, principios clave de la diálisis. Durante la Segunda Guerra Mundial, Kolff construyó su primer riñón artificial con recursos rudimentarios, logrando salvar la vida de una paciente en 1945. Más tarde, en Estados Unidos, perfeccionó esta tecnología y contribuyó al diseño de dispositivos médicos avanzados. La invención de Kolff transformó la insuficiencia renal en una enfermedad tratable, aunque las barreras económicas y de infraestructura aún limitan su acceso global. Su legado inspira a la medicina moderna y destaca la importancia de la innovación en la atención médica.

**Palabras clave:** Willem Kolff, diálisis, insuficiencia renal, historia de la medicina, innovación médica.

**Citar como:** Campos, N., Loor, J., Mendoza, G., Tejena, N., Vera, O., & Cabrerizo, C. T. (2025). Willem Kolff: father of dialysis. *Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud*, 2(1), 106-112. <https://doi.org/10.36097/rgcs.v2i1.3170>

© Autor(es) 2025

## INTRODUCCIÓN

La diálisis es un procedimiento utilizado por pacientes con insuficiencia renal crónica, una condición en la que los riñones pierden su función de manera progresiva durante un periodo de meses o años. Este tratamiento filtra los desechos y el exceso de agua del cuerpo mediante técnicas como la difusión y la ultrafiltración. Aunque no reemplaza completamente la función renal, es clave para la supervivencia de los pacientes y para mejorar su condición (Vadakedath & Kandi, 2017). Sin la diálisis, muchas personas con insuficiencia renal crónica tendrían pocas opciones y una esperanza de vida limitada.

Si bien el concepto de purificar la sangre existe desde tiempo antiguos, fue Willem Kolff quien revolucionó en tratamiento de la insuficiencia renal tras desarrollar el primer riñón artificial en 1943 (Wieringa et al., 2021). La invención de Kolff no solo ofreció una solución a una condición que antes era casi siempre fatal, sino que también estableció las bases para el tratamiento moderno de la insuficiencia renal. El impacto de Kolff en la medicina y la tecnología médica es evidente, por lo que se le ha llamado el "Padre de la diálisis".

Este ensayo analiza la evolución histórica de la diálisis, resaltando los desafíos enfrentados por Kolff y su legado en la medicina.

## DESARROLLO

Kolff es mejor conocido por la comunidad de nefrología por su desarrollo histórico del riñón artificial de tambor giratorio. Con este imponente dispositivo, la hemodiálisis pasó, poco a poco, de ser una terapia experimental a una terapia rutinaria que hoy mantiene vivos a más de 1,5 millones de pacientes renales en todo el mundo. Kolff era más que un médico que se ocupaba de pacientes con enfermedad renal. Hasta su muerte, trabajó, pensó y especuló como bioingeniero con un enfoque en una serie de órganos artificiales, incluido el pulmón artificial, el corazón artificial total y el ojo artificial (Vienken, 2009; Wieringa et al., 2021).

Antes de la invención del dializador por Willem Kolff, el tratamiento de la insuficiencia renal era limitada, y los pacientes con problemas renales graves se enfrentaban a la muerte, ya que no existían métodos para eliminar las toxinas y el exceso de fluidos en el cuerpo. La idea de la diálisis tuvo sus orígenes en las primeras investigaciones sobre cómo el agua y los solutos se transferían a través de membranas celulares inertes y vivas, dicho acontecimiento ocurrió en el

siglo XVII, pero fue a principios del siglo XIX cuando se describió su funcionamiento (Cameron, 2012).

En 1738, Jean-Antoine Nollet demostró que el agua de una solución de azúcar pasaba más fácil el papel en el extremo de un tubo que el azúcar mismo, también demostró que el agua podía atravesar una vejiga de cerdo, pero el alcohol no, obteniendo la existencia de membranas con diferentes permeabilidades. Posteriormente, René Dutrochet (1820-1830) introdujo el término ósmosis para describir el movimiento del agua por medio de membranas en relación con las concentraciones de solutos a ambos lados de la barrera (Cameron, 2012).

El trabajo de Dutrochet fue clave, donde tiempo después las investigaciones de Thomas Graham profundizaron en estos conceptos e introdujeron la idea de la membrana semipermeable y la difusión de sustancias, siendo estos principios la base científica de la diálisis (Sharma et al., 2024) (Thomas & Bohnstadt, 2016). Esta conexión entre las ideas de Dutrochet y Graham permitió establecer las bases para el avance de las técnicas de diálisis modernas.

En 1913 el Dr. John Abel escribió sobre "la eliminación de sustancias difusibles de la sangre circulante por medio de la diálisis" y en 1915 creó su dializador llamado "riñón artifical". Este dispositivo, fue utilizado principalmente en perros, sin embargo, Abel y su equipo nunca lograron aplicarlo con éxito en seres humanos (Sharma et al., 2024). Todos estos avances fueron fundamentales para que Willem Kolff pudiera inventar el primer riñón artificial confiable en 1943.

A finales de la década de 1930, Kolff fue testigo de la muerte de un joven a causa de insuficiencia renal aguda, lo que lo impulsó a desarrollar una máquina que realizara la función de los riñones. Kolff empezó a experimentar con nuevos materiales, como el celofán, que ofrecía una membrana uniforme, y el anticoagulante sanguíneo heparina, sin embargo, casi al mismo tiempo que comenzó su investigación, estalló la Segunda Guerra Mundial y los nazis se apoderaron de los Países Bajos, donde residía (Friedman, 2012).

Kolff realizó dicha investigación a pesar de las dificultades, puesto que se encontraba en medio de la escasez de recursos en su país, por lo que utilizó una bomba de agua de un Ford modelo T, un bidón de aluminio fabricado con un avión de guerra alemán derribado y celofán utilizado para hacer salchichas. La guerra, a pesar de las dificultades terminó favoreciéndolo, ya que la falta de supervisión médica y la ausencia de requisitos para experimentos en animales le permitieron a Kolff avanzar directamente hacia la aplicación clínica, de manera que, en 1942, tenía listo su primer "riñón artificial de tambor giratorio" para experimentos clínicos (Sheldon, 2007).

Finalmente, en 1945, Kolff logró su primer éxito tras 11 horas de diálisis, durante las cuales se trataron 80 litros de sangre y se extrajeron 0,60 gramos de urea. La paciente nazi sobrevivió, demostrando por primera vez la efectividad de la máquina de Kolff en el tratamiento de la insuficiencia renal (Sheldon, 2007). A pesar de los desafíos, el trabajo de Kolff sentó las bases para el desarrollo de la diálisis moderna. Su invento revolucionó el tratamiento de la insuficiencia renal y permitió a miles de personas con esta condición vivir más tiempo y saludables (Al Mosawi, 2020).

Kolff emigró a Estados Unidos en 1950, donde continuó trabajando en mejoras de la máquina de diálisis y en otros dispositivos médicos, como el corazón artificial y el oxigenador de membrana para cirugías cardíacas (García-Cantón et al., 2013) y en 1967 se convirtió en director de la División de Órganos Artificiales y del Instituto de Ingeniería Biomédica de la Universidad de Utah.

Willem Kolff marcó un hito en la medicina con la invención del riñón artificial, lo que permitió extender la esperanza de vida de pacientes con insuficiencia renal. Sin embargo, aunque su invención transformó una enfermedad mortal en una condición manejable, la accesibilidad a la hemodiálisis inicial estuvo limitada por los altos costos y las complejidades técnicas, lo que restringió su disponibilidad a ciertos hospitales y regiones desarrolladas. Además, aunque la máquina de diálisis aumentó la esperanza de vida en algunos casos, también afectó la calidad de vida de los pacientes debido al tiempo invertido en el tratamiento y los efectos secundarios de los procedimientos prolongados (Nobakht et al., 2024).

Kolff dejó una huella con sus innovaciones, como el primer riñón artificial, la máquina corazón-pulmón y los corazones implantables (Watts, 2009). La invención del riñón artificial permitió un avance en el tratamiento de la insuficiencia renal y su trabajo salvó millones de vidas. A pesar de las críticas que recibió por su estilo de liderazgo, que en ocasiones fue percibido como difícil, su perseverancia y creatividad continúan siendo ejemplo para científicos y médicos de todo el mundo.

A pesar de sus contribuciones a la ciencia, el Dr. Kolff nunca recibió un Premio Nobel, pero su legado perdura gracias a los avances que hizo posibles en la medicina contemporánea. Su visión dejó una dirección clara para las generaciones futuras de investigadores y bioingenieros. Además, su enfoque ético, tanto en sus desarrollos como en su labor humanitaria durante la guerra,

mostró su posición no solo como un innovador, sino también como un defensor de los principios éticos en la medicina (Cooley, 2009) (Kolff, 2002).

En la actualidad los tratamientos para sustituir la función renal son la hemodiálisis y diálisis peritoneal. Aunque se ha visto y se ha estudiado que la hemodiálisis tiene un mayor porcentaje de uso en pacientes con insuficiencia renal, la diálisis peritoneal ha ido cobrando un mayor impacto en el ámbito de la salud a nivel mundial (Herrera & Arratia, 2021). A pesar de los avances, muchos países de ingresos bajos y medianos enfrentan limitaciones en el acceso a la diálisis debido a los costos y la falta de infraestructura. Además, la creciente prevalencia de enfermedades renales crónicas resalta las deficiencias de los sistemas de salud para responder a esta demanda, mostrando que, a pesar de los progresos, queda un largo camino por recorrer para garantizar un acceso justo y amplio a los tratamientos que salvan vidas (Blagg, 2007). Aunque tecnologías como las máquinas de diálisis portátiles y los riñones bioartificiales ofrecen mejoras en la calidad de vida de los pacientes, su implementación sigue siendo un reto (Sheldon, 2007).

Kolff formó a numerosos nefrólogos, cardiólogos, cirujanos cardíacos e ingenieros biomédicos que ahora trabajan en todo el mundo. Kolff es uno de los gigantes de la nefrología. Junto con Belding Scribner, quien desarrolló el shunt que permitió por primera vez la diálisis a largo plazo, es uno de los fundadores del uso actual de la diálisis. Kolff se retiró recientemente y, en junio de este año, a los 90 años, asistió a la 47<sup>a</sup> reunión anual de la Sociedad Americana de Órganos Artificiales, que ayudó a fundar y de la que fue el primer presidente (Zucchini, 2009). En la reunión recibió un premio en reconocimiento a sus innumerables contribuciones pioneras, incluido el desarrollo del riñón y el corazón artificial, así como por inspirar a generaciones de jóvenes investigadores en el campo de los órganos artificiales (Kolff, 1965).

## CONCLUSIONES

La contribución de Willem Kolff transformó la insuficiencia renal de una enfermedad mortal a una condición manejable mediante la creación del primer riñón artificial funcional, revolucionando el tratamiento de millones de pacientes. Su ingenio y perseverancia superaron barreras tecnológicas, económicas y sociales, estableciendo las bases de la diálisis moderna y demostrando el poder de la ciencia para salvar vidas en circunstancias adversas. Sin embargo, los desafíos persisten, especialmente en cuanto a la accesibilidad en países de bajos ingresos y la creciente prevalencia de enfermedades renales, a pesar de avances como las máquinas de diálisis.

portátiles y los riñones bioartificiales. El legado de Kolff trasciende su impacto médico, destacándose por su visión ética y humanitaria que inspira la búsqueda de soluciones equitativas y avanzadas en el cuidado de la salud.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Conceptualización:** Nathalia Campos, Justhyn Loor, Gina Mendoza, Nayeli Tejena, Odalis Vera. **Investigación:** Nathalia Campos, Justhyn Loor, Gina Mendoza, Nayeli Tejena, Odalis Vera, Claudia T. Cabrerizo. **Redacción del borrador original:** Nathalia Campos, Justhyn Loor, Gina Mendoza, Nayeli Tejena, Odalis Vera, Claudia T. Cabrerizo. **Redacción, revisión y edición:** Nathalia Campos, Justhyn Loor, Gina Mendoza, Nayeli Tejena, Odalis Vera, Claudia T. Cabrerizo.

## REFERENCIAS

- Al Mosawi, A. (2020). History of Medicine: The Emergence of Intestinal Dialysis. *SunKrist Nephrology and Urology Journal*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3997267>
- Blagg, C. R. (2007). The Early History of Dialysis for Chronic Renal Failure in the United States: A View from Seattle. *American Journal of Kidney Diseases*, 49(3), 482-496. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2007.01.017>
- Cameron, J.S. (2012). Thomas Graham (1805-1869)—The “Father” of Dialysis. *Dialysis*, 19-25. [https://doi.org/10.1142/9789814289764\\_0003](https://doi.org/10.1142/9789814289764_0003)
- Cooley, D.A. (2009). In Memoriam. *Texas Heart Institute Journal*, 36(2), 83-84. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2676591/>
- Kolff, W.J. (1965). First Clinical Experience with the Artificial Kidney. *Annals of Internal Medicine*, 62(3), 608-619. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-62-3-608>
- García-Cantón, C., Rufino-Hernández, J. M., Vega-Díaz, N., Pérez-Borges, P., Bosch-Benítez-Parodi, E., Saavedra, P., García-Gómez, C., Marrero-Robayna, S., Maceira-Cruz, B., Rodríguez-Pérez, J. C., & Checa-Andrés, M. D. (2013). Supervivencia comparada a medio plazo entre diálisis peritoneal y hemodiálisis según el acceso vascular de inicio. *Nefrología*, 33(5), 629-639. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2013.May.12048>

- Herrera, C.A., & Arratia, J.C. (2021). Diálisis peritoneal. *Revista Médica Basadrina*, 15(3), 70–75. <https://doi.org/10.33326/26176068.2021.3.1159>
- Kolff, W.J. (2002). The artificial kidney and its effect on the development of other artificial organs. *Nature Medicine*, 8(10), 1063-1065. <https://doi.org/10.1038/nm771>
- Nobakht, E., Raru, W., Dadgar, S., & El Shamy, O. (2024). Precision Dialysis: Leveraging Big Data and Artificial Intelligence. *Kidney Medicine*, 6(9), 100868. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2024.100868>
- Sharma, N., Khav, E., Elahmadi, A., Ong, J., & Parag, S. (s. f.). Dr. Willem Kolff: The Father of the Artificial Kidney. *Cureus*, 16(9), e69098. <https://doi.org/10.7759/cureus.69098>
- Sheldon, T. (2009). Willem Kolff. *BMJ*, 338, b2027. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2027>
- Thomas, L.K., & Bohnstadt, J. (Eds.). (2012). *Nutrition Therapy for Chronic Kidney Disease (1st ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11851>
- Vadakedath, S., & Kandi, V. (2017). Dialysis: A Review of the Mechanisms Underlying Complications in the Management of Chronic Renal Failure. *Cureus*, 9(8), e1603. <https://doi.org/10.7759/cureus.1603>
- Vienken, J. (2009). Bioengineering for life: a tribute to Willem Johan Kolff. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 24(8), 2299–2301, <https://doi.org/10.1093/ndt/gfp298>
- Watts, G. (2009). Willem Johan Kolff. *The Lancet*, 373(9670), 1168. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60673-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60673-5)
- Wieringa, F.P., Søndergaard, H., & Ash, S. (2021). Father of Artificial Organs - The story of medical pioneer Willem J. Kolff (1911-2009). *Artificial Organs*, 45(10), 1136-1140. <https://doi.org/10.1111/aor.13990>
- Zucchini, A. (2009). Willem Kolff: Médico e inventor. *Medicina (Buenos Aires)*, 69(2), 288-290. [https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol69-09/2/v69\\_2\\_p288\\_290.pdf](https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol69-09/2/v69_2_p288_290.pdf)

**Descargo de responsabilidad / Nota del editor:** Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente de los autores y contribuyentes individuales y no de Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud ni de los editores. Revista Gregoriana de Ciencias de la Salud y/o los editores renuncian a toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades resultantes de cualquier idea, método, instrucción o producto mencionado en el contenido.