

# Progreso Científico de la Investigación Sobre Resucitación Cardiopulmonar Extracorpórea: Un Análisis Cienciométrico de Publicaciones a Nivel Global

## Artículo Original

Tania Vanessa Hoyos-Muñoz<sup>1</sup>, Laura Daniela Franco-Quiñones<sup>1</sup>, Eduardo Luis Canales-Pacheco<sup>2</sup>, John Edinson Pérez-Ortega<sup>3</sup>, Vanessa Duque-Correa<sup>1</sup>, Juliana Noguera-Fonseca<sup>4</sup>, Gina Daniela Nieto-Munar<sup>3</sup>, Pedro Pablo Pérez-Naizzir<sup>5</sup>, Syndy Katherine Guarín-Rivera<sup>6</sup> y Michael Ortega-Sierra<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Fundación Universitaria Visión de las Américas, Pereira, Colombia

<sup>2</sup> Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia

<sup>4</sup> Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia

<sup>5</sup> Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia

<sup>6</sup> Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

<sup>7</sup> Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado - Hospital Central Antonio María Pineda, Barquisimeto, Venezuela

**Fecha de recepción del manuscrito:** 15/Julio/2024

**Fecha de aceptación del manuscrito:** 01/Agosto/2024

**Fecha de publicación:** 30/Agosto/2024

**DOI:** 10.5281/zenodo.14559855

**Creative Commons:** Esta obra está bajo un a Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

**Resumen—Introducción:** Conocer tendencias y progreso científico de la resucitación cardiopulmonar extracorpórea (ECMO), así como las actuales brechas del conocimiento y oportunidades para generar innovación, considerando el contexto de los investigadores e instituciones alrededor del mundo, es esencial para continuar con el avance de estos procedimientos que día a día reducen significativamente la frecuencia de muertes. El objetivo de este estudio fue proveer datos sobre el progreso científico global de la investigación sobre ECMO. **Materiales y Métodos:** Estudio bibliométrico, basado en información científica repositada en la base de datos Scopus. **Resultados:** Se incluyó 12.218 documentos científicos. La producción científica estuvo compuesta predominantemente por artículos originales (75,47%; n=9221), seguido de revisiones (8,92%; n=1090). La colaboración internacional identificada fue del 11,9%. Estados Unidos (n=5035), y el AP-HP Assistance Publique - Hôpitaux de Paris (Francia; n=281), fueron el país y la institución más prolífica, respectivamente. Este mismo país es el que posee la mayor red de colaboración a nivel global, y una de sus instituciones, la University Of Michigan, se ha constituido como la institución más sólida, y es uno de los centros de referencia más importantes. Particularmente, ha destacado la investigación sobre desenlaces de tratamientos, supervivencia, análisis de cohortes y distintos grupos etarios. **Conclusiones:** Este estudio reveló de forma novedosa los patrones investigativos y progreso científico de la investigación global sobre ECMO. **Rev Med Clin 2024;8(2):e30082408011**

**Palabras clave—**Oxigenación por Membrana Extracorpórea, Reanimación Cardiopulmonar, Investigación Biomédica, Bibliometría

**Abstract—Scientific Progress of Research on Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: A Scientometric Analysis of Global Publications** **Introduction:** Understanding trends and scientific progress of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECMO), as well as current knowledge gaps and opportunities for transformative innovation, considering the context of researchers and institutions worldwide, is essential for the continued advancement of these procedures, which significantly reduce mortality rates. The aim of this study was to provide data on the global scientific progress of ECMO research. **Materials and Methods:** This was a bibliometric study based on scientific information deposited in Scopus database. **Results:** 12,218 scientific documents were included. The scientific production predominantly consisted of original articles (75.47%; n=9221), followed by reviews (8.92%; n=1090). Identified international collaboration was 11.9%. The United States (n=5035) and the AP-HP Assistance Publique - Hôpitaux de Paris (France; n=281) were the most prolific country and institution, respectively. This same country possesses the largest global collaboration network, and one of its institutions, the University of Michigan, has established itself as the most robust institution and one of the most important reference centers. Particularly notable is the research on treatment outcomes, survival, cohort analyses, and different age groups. **Conclusions:** This study revealed in a novel way the investigative patterns and scientific progress of global ECMO research. **Rev Med Clin 2024;8(2):e30082408011**

**Keywords—**Extracorporeal Membrane Oxygenation, Cardiopulmonary Resuscitation, Biomedical Research, Bibliometrics

## INTRODUCCIÓN

La resucitación cardiopulmonar consiste en un procedimiento clínico basado en maniobras que garanticen la oxigenación de órganos vitales, en ausencia de actividad cardíaca y pulmonar.<sup>1</sup> Así, evidentemente es un proceso realizado día tras día en la búsqueda de reducir la mortalidad en el ámbito pre y hospitalario, en cualquier servicio médico y en todos los niveles de complejidad.<sup>2,3</sup>

Para mejorar el rendimiento de este procedimiento, se han diseñado herramientas innovadoras de reanimación avanzadas, como lo es la resucitación cardiopulmonar extracorpórea (ECMO), que genera la oxigenación por un dispositivo portable conectado al ser humano.<sup>4,5</sup> Evidencia clínica ha demostrado el beneficio indiscutible de esta herramienta comparado a las maniobras tradicionales.<sup>4,5</sup> Por lo tanto, conocer las tendencias y progreso científico de la ECMO, así como las actuales brechas del conocimiento y oportunidades para generar innovación transformativa, considerando el contexto de los investigadores e instituciones alrededor del mundo, es esencial para continuar con el avance de estos procedimientos que día a día reducen significativamente la frecuencia de muertos en la atención clínica, pero también para cumplir con las metas de expectativa de vida y supervivencia expuestas por los objetivos de la salud global.<sup>6,7</sup>

A pesar de lo expuesto, particularmente el número de estudios que han valorado estos patrones de investigación, y que han caracterizado los actores de la ciencia más destacados al respecto, es muy escaso a nivel global. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue proveer, por primera vez y de forma novedosa, datos sobre el progreso científico global de la investigación sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó y ejecutó un estudio bibliométrico, basado en la información científica repositada en Scopus, la más grande base de datos de literatura científica revisada por pares a nivel global. Previamente, esta base ha sido utilizada ampliamente para estudiar patrones, tendencias y comportamientos de las ciencias biomédicas. Entonces, su uso ha sido justificado y respaldado.<sup>8,9</sup>

Para la obtención semi-sistemática de la evidencia a analizar, se estructuró y reprodujo una búsqueda construida a partir de descriptores en ciencias de la salud (DeCs), así como sinónimos, tanto en idioma inglés como español. Posterior a una prueba piloto para determinar la precisión de la búsqueda, se decidió reproducir la siguiente estrategia: TITLE("Extracorporeal cardiopulmonary resuscitatio") OR TITLE("Extracorporeal Membrane Oxygenation") OR TITLE("Extracorporeal Life Support")

OR TITLE("ECMO Treatment") OR TITLE("ECLS Treatment") OR TITLE("Venoarterial ECMO") OR TITLE("Venovenous ECMO"). Posterior a obtener los resultados iniciales, se decidió incluir documentos que cumplieran con los siguientes criterios: 1) Documentos a los cuales se pudiera acceder a su texto completo; y 2) Documentos donde fuera posible identificar que su objetivo principal o secundario fuera el estudio o análisis de la ECMO. Por el contrario, se excluyeron documentos tipo erratum y conference paper. Esta búsqueda fue realizada el 1 de julio de 2024.

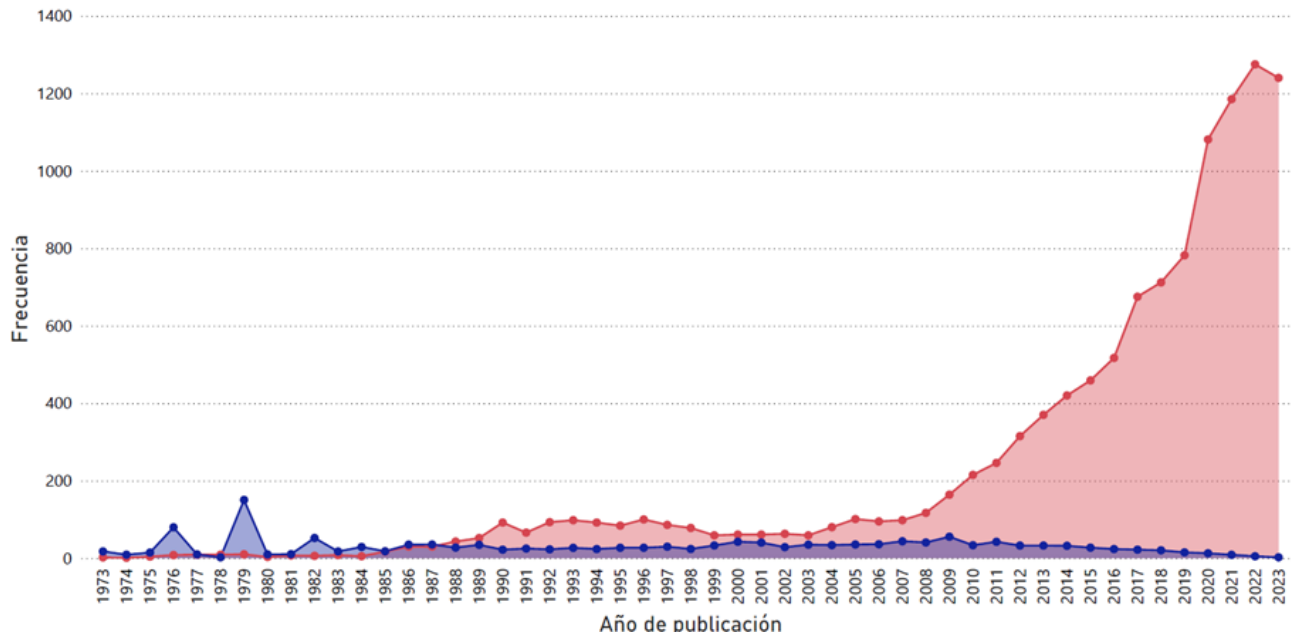
Una vez exportados los resultados en formato. CSV, fueron importados a Microsoft Excel para su revisión manual y eliminación de duplicados, así, como para corroborar los criterios de inclusión.

Para la caracterización y visualización de los resultados, se construyeron mapas temáticos y de redes. Para valorar el impacto, se calcularon indicadores cuantitativos. Para esto, se utilizó el paquete Bibliometrix de R (versión 4.3.1).<sup>10</sup> El cálculo de frecuencias y porcentajes se realizó mediante Microsoft Office Excel 2016.

	Frecuencia	Porcentaje
<b>Autores</b>		
Autorías	38,870	
Autores de documentos con autoría única (n= 38,870)	595	1.53
<b>Tipología de artículo</b>		
Artículo original	9,221	75.47
Revisión	1,090	8.92
Libro	3	0.03
Capítulo de libro	187	1.53
Editorial	533	4.36
Encuesta corta	38	0.31
Cartas	889	7.28
Notas	257	2.10
<b>Colaboración</b>		
Artículos con autoría única	595	-
Coautorías por artículo (media)	6.87	-
Coautoría internacional	-	11.9
<b>Edad promedio del artículo (años)</b>	<b>12</b>	<b>-</b>
<b>Promedio de citas por documento</b>	<b>17.95</b>	<b>-</b>
<b>Palabras clave</b>	<b>9,188</b>	<b>-</b>
<b>Fuentes científicas</b>	<b>1,692</b>	<b>-</b>

**Tabla 1:** Características generales de la investigación global sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea (N=12.218).

**Datos de contacto:** Michael Ortega-Sierra, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado - Hospital Central Antonio María Pineda, Barquisimeto, Venezuela., Tel: (+LADA) TELÉFONO, mortegas2021@gmail.com



**Figura 1:** Desarrollo científico de la investigación global sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea desde 1973. Color rojo: Frecuencia de publicaciones anual. Color azul: Promedio de citas recibidas por artículo por año.

manos, modelos biológicos o el uso de historias clínicas.

## RESULTADOS

Posterior a la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionados finalmente 12.218 documentos científicos. Se reveló que la primera publicación fue realizada en 1973; determinándose así, una ventana de análisis de 51 años hasta el 2024. De forma sobresaliente, la producción científica estuvo compuesta por artículos originales (75,47%; n=9221), seguido de revisiones (8,92%; n=1090). A pesar del volumen, la colaboración internacional identificada fue del 11,9% (Tabla 1).

Desde la primera publicación en la década de los 70, hubo un comportamiento modesto de publicaciones hasta el final de la década de 2020, donde se nota un crecimiento marcado, aunque ha sido opacado por una reducción sostenida hasta la actualidad (Figura 1). En el caso de las citas por año, el comportamiento es fluctuante, con una tendencia inicial baja y un ligero aumento en las últimas décadas. (Figura 1).

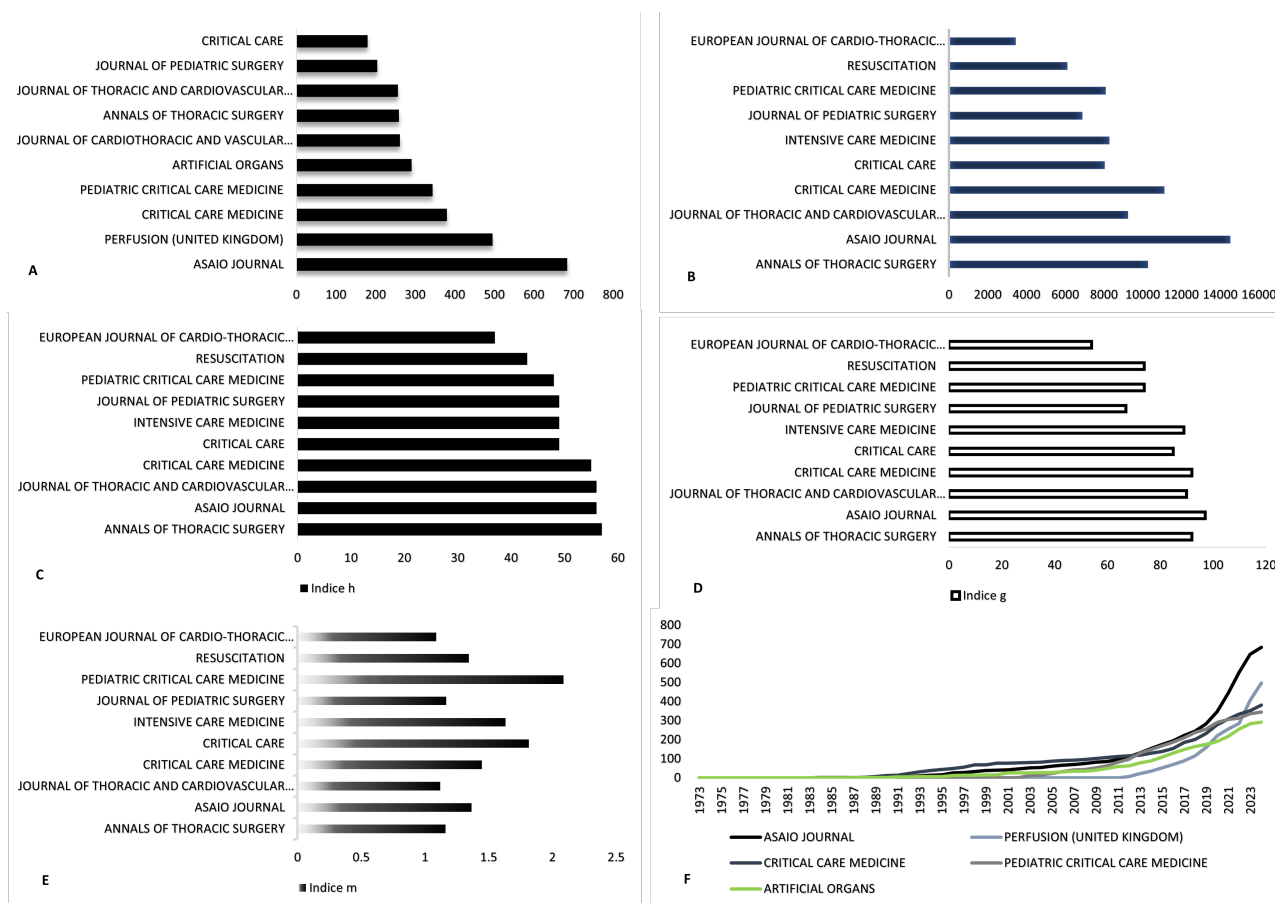
Estados Unidos (n=5035), Alemania (n=1118) y China (n=993) fueron los países más prolíficos, siendo Estados Unidos la nación con mayor impacto en investigación en este tópico (índice h = 135). No obstante, en cuanto a afiliaciones, AP-HP Assistance Publique - Hopitaux de Paris (Francia; n=281), University of Michigan (USA; n=279), Boston Children's Hospital (USA; n=247) and Hôpital Universitaire Pitié Salpêtrière (Francia; n=247), han sido las instituciones que han publicado el mayor volumen de publicaciones sobre ECMO. La University of Michigan ha sido la institución cuya producción ha obtenido el mayor impacto (índice h = 62).

Asaio Journal (n=684), es la revista con el mayor número de publicaciones relacionadas al tema de interés (Figura 2-

A). De igual manera, Asaio Journal es la revista con el mayor número de citas (n=14535) (Figura 2-B), a pesar de que Annals Of Thoracic Surgery posee el mayor impacto medido por el índice h (Figura 2-C) Asaio Journal para el índice g (Figura 2-D), y Pediatric Critical Care Medicine posee el mayor índice m (Figura 2-E). Asaio Journal, empezó a tener un crecimiento notable de publicaciones a partir de los años de 1990, alcanzando un mayor número de publicación a partir del año 2012 (Figura 2-F).

La University Of Michigan se ha constituido como la institución más sólida, y es uno de los centros de referencia más importantes a nivel internacional (Figura 3-A). Respecto a las redes de colaboración, Estados Unidos es el país con mayor número de colaboraciones, especialmente con países europeos como Alemania e Italia, y en Asia, con China (Figura 3-B).

Sobre los patrones y tendencias temáticas de investigación, al visualizar las palabras claves más utilizadas por medio de una nube de palabras, destaca la investigación sobre desenlaces de tratamientos, supervivencia, análisis de cohortes y distintos grupos etarios (Figura 4-A). Entre la década de 1980 hasta finales de los 90, resaltó la relación entre ECMO y hemorragia cerebral, administración de drogas intravenosas y hernia diafrágica (Figura 4-B). A partir del año 2000, hasta nuestros tiempos, los estudios retrospectivos, casos reporte, estudios clínicos mayores y recién nacidos, han sido tendencias. De forma emergente, se ha incluido el análisis del machine learning y enfermedad refractaria, cómo temas de estudio ligados a ECMOI (Figura 4-C). Al construir la red de coocurrencia, se observan tres nichos de investigación esencialmente: 1) Relacionado a desenlaces de tratamiento, mortalidad, alta hospitalaria, y medición de desenlaces; 2) Recién nacidos, niños y preescolares; y 3) Severidad de enfermedad, complicaciones y heparina (Figura 4-D).



**Figura 2:** Citaciones e impacto científico obtenido en revistas con el mayor número de artículos sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea a nivel global. A. Frecuencia de artículos publicados. B. Total de citas obtenidas por revistas. C. Índice h obtenido por revistas. D. Índice g obtenido por revistas. E. Índice m obtenido por revistas. F. Volumen acumulado de publicaciones a lo largo del tiempo, del TOP 5 de revistas con mayor número de documentos al respecto.

## DISCUSIÓN

El presente análisis, reveló de forma original y novedosa el panorama investigativo y progreso científico de la investigación global sobre ECMO. De acuerdo a diversos autores que sustentan la relevancia de disponer de datos precisos sobre el comportamiento de la ciencia biomédica, para promover el rigor científico y la relevancia en investigación médica, se hace imperativo el uso de recursos bibliométricos para establecer brechas en el conocimiento y oportunidades de investigación que puedan ser resueltas de forma oportuna, real y reproducible.<sup>11,12</sup> Este tipo de herramientas, pueden proveer de información útil para constituir alianzas, justificar nuevas ideas y desarrollar líneas de investigación solidas bajo el modelo de investigación basada en evidencia.<sup>11</sup>

Previamente, solo se han realizado tres estudios con objetivo similar, que revelaron ciertos patrones de investigación, y cuyos resultados son comparables con los del presente análisis. Daniş et al,<sup>13</sup> encontraron que, entre 1980 y 2020, Estados Unidos y Alemania fueron los países más prolíficos, seguido de Reino Unido, siendo la Universidad de Washington la institución con el mayor volumen de publicación.

Otros estudios, encontraron que Estados Unidos lideró este mismo campo de investigación, pero variando las instituciones más prolíficas.<sup>14,15</sup> Esta diferencia, puede deberse al

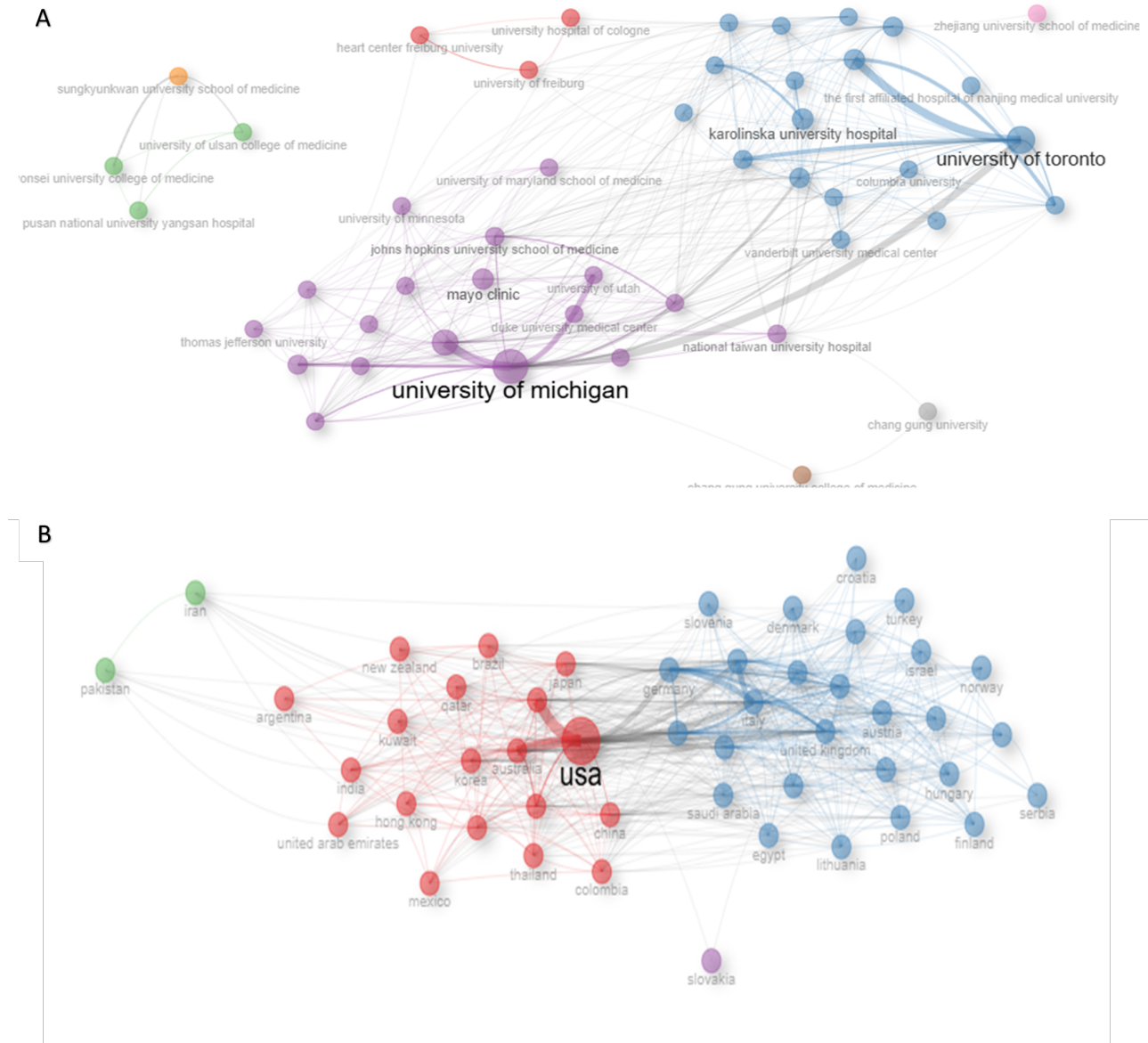
uso de otra base de datos, Web of Sciences, que indexa otro volumen de revistas con criterios adicionales.

De forma importante, distinto a nuestro análisis, otros estudios reportaron que, la simulación, manejo de temperatura, sepsis, cuidado paliativo y lesión cerebral, también han sido temas emergentes a lo largo del tiempo.

Se destaca también, que el margen de publicaciones incluidas, usualmente en una ventana de tiempo de 40 años, supera la barrera de los 12 mil artículo,<sup>14-16</sup> lo que refleja que este campo del conocimiento es de gran interés en materia de investigación, desarrollo e innovación, en distintas disciplinas médicas, aunque principalmente por cuidado crítico e intensivo.

Aunque se identificó en el presente análisis que existe colaboración, aproximadamente en 1 de cada 10 documentos científicos, existe una red importante de cooperación, liderada por países de altos ingresos, y que puede ayudar a promover la inclusión de instituciones de otras regiones, y mejorar la calidad de la evidencia en función de la capacidad de extrapolación de resultados y aplicación de evidencia clínica.

Dentro de las limitaciones a reportar, se encuentra que, el presente es un análisis visual y descriptivo, por lo que los



**Figura 3:** Redes de colaboración científica internacional de investigación sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea. A. Cooperación entre instituciones. B. Cooperación entre países.

resultados deben interpretarse dentro del contexto del diseño del estudio. Del mismo modo, el uso de una sola base de datos, Scopus, limita el acceso a otro tipo de información bibliográfica y evidencia, tal como literatura gris. Empero, como fortaleza, cabe resaltar que este es el primer estudio en habla hispana que realiza este abordaje para proveer datos sobre ECMO y, como ya fue visible, el primero en analizar datos provenientes de una base de datos distinta.

## CONCLUSIONES

Este estudio reveló de forma novedosa los patrones investigativos y progreso científico de la investigación global sobre ECMO. Aunque la evidencia disponible es esencialmente a expensas de datos primarios, se observó una colaboración internacional baja. Aun así, el crecimiento a lo largo del tiempo en volumen de publicaciones, es notablemente mayor comparado a otras disciplinas en ciencias biomédicas. Estados Unidos lidera la producción científica, así como la calidad

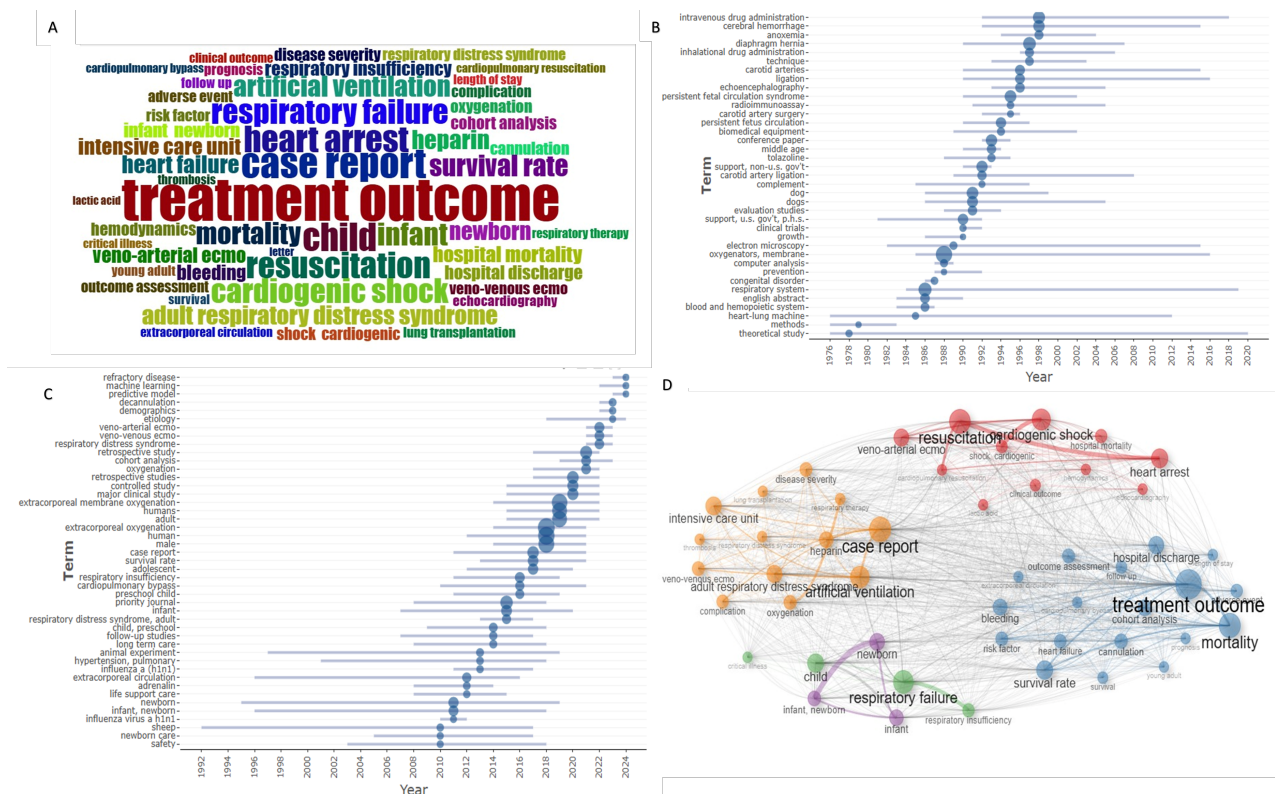
de la evidencia producida, medido por el impacto obtenido de sus publicaciones. Los estudios clínicos de desenlaces de tratamiento, análisis de supervivencia, en recién nacidos, niños y preescolares, así como la inclusión de inteligencia artificial, son algunas de las tendencias que destacan en la investigación global sobre ECMO.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los autores declaran no haber recibido fuentes de financiamiento públicas, comerciales, o de instituciones sin fines de lucro.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran respetar los principios éticos de investigación y estar libre de cualquier conflicto de intereses.



**Figura 4:** Patrones de investigación y evolución de temas en investigación global sobre resucitación cardiopulmonar extracorpórea. A. Nube de palabras clave utilizadas con mayor frecuencia. B. Tópicos estudiados con mayor frecuencia entre 1973 a 1998. C. Tópicos estudiados con mayor frecuencia a partir del 2010. D. Red de coocurrencia de términos más relevantes.

**REFERENCIAS**

[1] Doan TN, Adams L, Schultz BV, Bunting D, Parker L, Rashford S, Bosley E. Insights into the epidemiology of cardiopulmonary resuscitation-induced consciousness in out-of-hospital cardiac arrest. *Emerg Med Australas.* 2020 Oct;32(5):769-776. doi: 10.1111/1742-6723.13505

[2] Mustafa K, Buckley H, Feltbower R, Kumar R, Scholefield BR. Epidemiology of Cardiopulmonary Resuscitation in Critically Ill Children Admitted to Pediatric Intensive Care Units Across England: A Multicenter Retrospective Cohort Study. *J Am Heart Assoc.* 2021 May 4;10(9):e018177. doi: 10.1161/JAHA.120.018177

[3] Low CJW, Ramanathan K, Ling RR, Ho MJC, Chen Y, Lorusso R, MacLaren G, Shekar K, Brodie D. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with cardiac arrest: a comparative meta-analysis and trial sequential analysis. *Lancet Respir Med.* 2023 Oct;11(10):883-893. doi: 10.1016/S2213-2600(23)00137-6

[4] Shih HM, Lin WJ, Lin YC, Chang SS, Chang KC, Yu SH. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with refractory out-of-hospital cardiac arrest: a propensity score matching, observational study. *Sci Rep.* 2024 Apr 30;14(1):9912. doi: 10.1038/s41598-024-60620-7

[5] Kumar KM. ECPR-extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021 Apr;37(Suppl 2):294-302. doi: 10.1007/s12055-020-01072-2

[6] Lozada Martinez ID, Bayona-Gamboa AJ, Meza-Fandiño DF, Paz-Echeverry OA, Ávila-Bonilla ÁM, Paz-Echeverry

MJ, Pineda-Trujillo FJ, Rodríguez-García GP, Covalada-Vargas JE, Narvaez-Rojas AR. Inotropic support in cardiogenic shock: who leads the battle, milrinone or dobutamine? *Ann Med Surg (Lond).* 2022 Sep 22;82:104763. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104763

[7] World Health Organization. Global Health Estimates: Life expectancy and leading causes of death and disability [Internet]. [Consultado 20 Jul 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates>

[8] Lozada-Martinez ID, Lozada-Martinez LM, Cabarcas-Martinez A, Ruiz-Gutierrez FK, Aristizabal Vanegas JG, Amorocho Lozada KJ, et al. Historical evolution of cancer genomics research in Latin America: a comprehensive visual and bibliometric analysis until 2023. *Front Genet.* 2024; 15:1327243. doi: 10.3389/fgene.2024.1327243.

[9] Lozada-Martinez ID, Visconti-Lopez FJ, Marrugo-Ortiz AC, Ealo-Cardona CI, Camacho-Pérez D, Picón-Jaimes YA. Research and Publication Trends in Pediatric Surgery in Latin America: A Bibliometric and Visual Analysis from 2012 to 2021. *J Pediatr Surg.* 2023; 58(10):2012-2019. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2023.04.003

[10] Aria M, Cuccurullo C. Bibliometrix: An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis. *J Informetr.* 2017;11(4):959-975. doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007

[11] Lozada-Martinez ID, Lozada-Martinez LM, Fiorillo-Moreno O. Leiden manifesto and evidence-based research: Are the appropriate standards being used for the correct evaluation of pluralism, gaps and relevance in medical research? *J R Coll Physicians Edinb.* 2024; 54(1):4-6. doi: 10.1177/14782715241227991.

- [12] Lozada-Martinez ID, Bolaño-Romero MP, Picón-Jaimes YA, Moscote-Salazar LR, Narvaez-Rojas AR. Quality or quantity? Questions on the growth of global scientific production. *Int J Surg.* 2022; 105:106862. doi: 10.1016/j.ijssu.2022.106862
- [13] Daniş F, Kudu E. The evolution of cardiopulmonary resuscitation: Global productivity and publication trends. *Am J Emerg Med.* 2022 Apr;54:151-164. doi: 10.1016/j.ajem.2022.01.071.
- [14] Jia T, Luo C, Wang S, Wang Z, Lu X, Yang Q, Zhu C. Emerging Trends and Hot Topics in Cardiopulmonary Resuscitation Research: A Bibliometric Analysis from 2010 to 2019. *Med Sci Monit.* 2020 Nov 9;26:e926815. doi: 10.12659/MSM.926815
- [15] Can D. Cardiopulmonary resuscitation: A bibliometric analysis. *J Soc Anal Health.* 2022; 2(3):339-51.
- [16] Ng PY, Fang S, Ip A, Ng AK, Chan WM, Sin WC, Ngai CW. Changes in patterns of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation during the COVID-19 pandemic. *J Thorac Dis.* 2021 Nov;13(11):6499-6501. doi: 10.21037/jtd-21-1434