



Universidad de Ciencias Médicas
Facultad de Ciencias Médicas Calixto García
Habana- Cuba.
Evento Científico AMBIMED 2025



11NA EDICIÓN DEL EVENTO CIENTÍFICO "AMBIMED 2025"

ARTÍCULO DE REVISIÓN

**La rehabilitación desde la Cardio-oncología: análisis en regiones con
contaminación atmosférica**

Cardio-oncological rehabilitation: analysis in regions with air pollution

Carlos David Boris Miclin ^{1*}, <https://orcid.org/0009-0003-7658-7645>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Facultad de Medicina
No.2. Santiago de Cuba, Cuba.

* Correo electrónico: carlosdavidborismiclin@gmail.com

Teléfono: +53 51219114

RESUMEN

Introducción: la rehabilitación cardio-oncológica constituye un nuevo concepto que se constituye por un esquema de ejercicio, que tienen como finalidad reducir el riesgo cardiovascular y mejorar la condición cardiopulmonar en los pacientes con cáncer y los sobrevivientes.

Objetivo: analizar la importancia de la rehabilitación cardio-oncológica en zonas con alta contaminación atmosférica.

Método: se identificaron 43 artículos, de los cuales se incluyeron 22, siendo más del 75 % de los últimos 3 años. Provenientes de buscadores académicos como PubMed, MedLine, Ovid, ResearchGate y Google Scholar.

Desarrollo: la contaminación del aire afecta a factores de riesgo que se pueden modificar y que son comunes tanto para enfermedades cardiovasculares como para las oncológicas. La inflamación y el estrés oxidativo sobresalen como mecanismos centrales en los efectos de la contaminación del aire en ambas condiciones, y en otras situaciones también, la rehabilitación cardio-oncológica ha demostrado tener grandes beneficios sobre la prevención de riesgo cardiovascular y eventos cardiovasculares futuros en pacientes oncológicos.

Conclusiones: resulta esencial desarrollar protocolos resilientes que permitan a todos los supervivientes cardio-oncológicos, independientemente de sus comorbilidades individuales, acceder a los beneficios vitales de la rehabilitación sin exponerse a un riesgo adicional inaceptable.

Palabras clave: Cardio-oncología; Contaminación del aire; Factor de riesgo ambiental; Rehabilitación.

ABSTRACT

Introduction: Cardio-oncology rehabilitation is a new concept comprised of an exercise regimen aimed at reducing cardiovascular risk and improving cardiopulmonary fitness in cancer patients and survivors.

Objective: To analyze the importance of cardio-oncology rehabilitation in areas with high air pollution.

Method: Forty-three articles were identified, of which 22 were included, more than 75% from the last 3 years. These articles were sourced from academic search engines such as PubMed, MedLine, Ovid, ResearchGate, and Google Scholar.

Development: Air pollution affects modifiable risk factors common to both cardiovascular and cancer diseases. Inflammation and oxidative stress stand out as central mechanisms in the effects of air pollution in both conditions. In other situations as well, cardio-oncology rehabilitation has been shown to have

significant benefits in preventing cardiovascular risk and future cardiovascular events in cancer patients.

Conclusions: It is essential to develop resilient protocols that allow all cardio-oncology survivors, regardless of their individual comorbidities, to access the vital benefits of rehabilitation without exposing themselves to unacceptable additional risk.

Keywords: Cardio-oncology; Air pollution; Environmental risk factor; Rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La confluencia de dos grandes desafíos de la salud pública del siglo XXI – el creciente número de supervivientes de cáncer y la omnipresente amenaza de la contaminación atmosférica – genera un escenario clínico complejo y urgente.⁽¹⁾

Los avances en el diagnóstico y tratamiento oncológico han incrementado significativamente las tasas de supervivencia, pero conllevan un costo: la cardiotoxicidad asociada a terapias como quimioterapias, radioterapia torácica e inmunoterapias. Esto ha dado lugar a una nueva población de pacientes, los "supervivientes cardio-oncológicos", que enfrentan un riesgo elevado de desarrollar enfermedades cardiovasculares (ECV) a largo plazo.⁽²⁾

Paralelamente, la contaminación atmosférica (material particulado fino - PM2.5 y PM10, dióxido de nitrógeno - NO₂, ozono - O₃, etc.) se consolida como un factor de riesgo cardiovascular independiente y modificable de primer orden. La evidencia es contundente: la exposición crónica a aire tóxico incrementa la incidencia de infartos, arritmias, insuficiencia cardíaca y mortalidad cardiovascular. Los mecanismos fisiopatológicos, como inflamación sistémica, estrés oxidativo, disfunción endotelial y activación neurohormonal, guardan inquietantes similitudes con los desencadenados por los tratamientos oncológicos.⁽³⁾

La Rehabilitación Cardio-Oncológica (RCO), programa multimodal esencial para mejorar la función cardíaca, la capacidad física, la calidad de vida y el pronóstico

de estos pacientes, enfrenta un obstáculo formidable en entornos con alta polución. Las estrategias convencionales de ejercicio y manejo de factores de riesgo pueden verse severamente comprometidas o incluso contraproducentes si no se adaptan proactivamente a este factor ambiental omnipresente.⁽⁴⁾

El cáncer y las enfermedades cardiovasculares poseen una relación bidireccional que indica que el primero aumenta la probabilidad de contraer enfermedades cardiovasculares y viceversa. Este vínculo también apunta a que ambos comparten muchos factores de riesgo y, por ende, se puede hacer uso de una estrategia de prevención común para ambos.⁽⁵⁾

La rehabilitación cardio-oncológica constituye un nuevo concepto que se constituye por un esquema de ejercicio, que tienen como finalidad reducir el riesgo cardiovascular y mejorar la condición cardiopulmonar en los pacientes con cáncer y los sobrevivientes.^(5,6)

La contaminación atmosférica es un tema de relevancia para la sociedad en general ya que puede entenderse como la presencia de ciertas partículas suspendidas en el aire que representan consecuencias nocivas para la salud de las personas y que interfieren en el proceso salud-enfermedad.⁽⁶⁾

Teniendo en cuenta que se necesitan estrategias efectivas y viables para mitigar el riesgo de enfermedad cardiovascular en pacientes con enfermedades oncológicas de distintas regiones, nos hemos propuesto como objetivo analizar la importancia de la rehabilitación cardio-oncológica en zonas con alta contaminación atmosférica.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica entre los meses de octubre a diciembre de 2024 consultando las bases de datos: Scielo, PubMed y revistas de acceso abierto. Para su utilización, las publicaciones encontradas se sometieron a los criterios de inclusión de la revisión: pertinencia con la temática del estudio, que hacen una

descripción detallada acerca del impacto de las terapias génicas en el tratamiento en el cáncer pediátrico, haber sido publicadas con predominio de los últimos cinco años; ser artículos de revisión, originales, tesis, etc., con disponibilidad de texto completo. Se excluyeron aquellas publicadas previas al año 2020, que no abordaran el tema seleccionado, así como cartas al editor, editoriales y comentarios breves. De los artículos seleccionados según el objetivo de la investigación, se evaluaron inicialmente títulos y resúmenes. Aquellos en los que el resumen no arrojó información suficiente para su selección se les realizaron la lectura del texto completo. De los 67 elementos encontrados, 22 (32.83 %) cumplieron con estos criterios, con los cuales se realizó la presente investigación.

DESARROLLO

Las enfermedades originadas por la sobreexposición a sustancias tóxicas han experimentado un notable aumento en los últimos años, especialmente aquellas presentes en la atmósfera. Se destaca de manera especial la incidencia en las ciudades, donde la concentración de contaminación ambiental es más elevada. A pesar de los esfuerzos de mitigación ambiental, todas las personas están sujetas a la exposición al aire contaminado.⁽⁷⁾

El factor predominante radica en la presencia de industrias y fábricas en las zonas habitadas por grupos de personas. A pesar de las medidas preventivas y regulaciones ambientales existentes, los segmentos sociales más susceptibles a complicaciones de salud son los niños y niñas alrededor del mundo. Esto se atribuye a sus características anatómicas y fisiológicas, así como a su baja madurez respiratoria debido a su corta edad. Como consecuencia, la responsabilidad recae directamente en los adultos, en calidad de padres y madres. Situación que, independientemente de este comportamiento, la prevalencia de enfermedades oncológicas y cardiovasculares en estas regiones, afectan de forma significativa tanto a los niños como a los adultos.⁽⁸⁾

La RC en pacientes con cáncer constituye un programa de prevención

basada en ejercicios múltiples, que ayudan a disminuir el riesgo cardiovascular oncológico. El ejercicio es una medida cardioprotectora muy útil, que se emplea en el paciente oncológico antes, durante y después de finalizado el tratamiento. El uso de RC se ha relacionado con una mayor capacidad cardiorrespiratoria, mejor calidad de vida, estado y funcionamiento físico en pacientes sobrevivientes de cáncer o en tratamiento, además de ayudar a la autoestima, el estado de ánimo, el estrés, la depresión, la ansiedad, la fatiga, el dolor y, sobre todo, el miedo de los sobrevivientes a una recurrencia.⁽⁹⁾

El inicio de todo programa de RC en pacientes de zonas con contaminación atmosférica está constituido por una evaluación integral previa, donde se establece el riesgo cardiovascular que presenta el paciente. La intervención multifacética de una rehabilitación cardíaca incluye asesoramiento dietético, control de peso y presión arterial, optimización del perfil de lípidos, abandono del hábito de fumar, apoyo psicosocial, cumplimiento del tratamiento médico y terapia de ejercicio estructurado como componente central.⁽¹⁰⁾

La RC por ejercicio varía en dependencia a las características de cada paciente, el tratamiento que reciba, sus antecedentes personales y la respuesta que haya tenido al tratamiento. El ejercicio anaerobio recomendado es de 30 a 60 minutos mínimo con una intensidad del 70 al 80 % de consumo máximo de oxígeno, 150 a 300 minutos de actividad moderada (caminata, baile, ciclismo) o 75 a 150 minutos de actividad vigorosa (nadar, trotar, saltar la cuerda).⁽¹¹⁾

Otra modalidad de ejercicio que también se recomienda es el ejercicio de resistencia o fortalecimiento muscular, que se debe realizar al menos dos veces por semana, incluyendo gradualmente peso para involucrar a la mayoría de los grupos musculares. Se orientan, además, ejercicios de flexibilidad articular y fortalecimiento de músculos inspiratorios. La indicación general es iniciar con

una o dos sesiones por semana de 10 a 30 minutos y aumentar 10 minutos cada semana.⁽¹²⁾

Los autores consideramos que la rehabilitación cardio-oncológica ha demostrado tener grandes beneficios sobre la prevención de riesgo cardiovascular y eventos cardiovasculares futuros en pacientes de todas las poblaciones. Además de mejorar la calidad de vida de pacientes con cáncer, ha demostrado mitigar efectos secundarios al tratamiento utilizado (quimioterapia, radioterapia, terapia dirigida), por ejemplo, reducir la fatiga.

El ejercicio puede ser descrito como una terapia holística que va a mejorar la capacidad órgano-funcional de los pacientes oncológicos, a través de una combinación de procesos cardiovasculares, músculo-esqueléticos y metabólicos mejorados. Tiene el potencial de atenuar las lesiones inducidas por la quimioterapia debido a cualquiera de los factores que las produzcan.⁽¹³⁾

Tanto es el grado de beneficios, que estudios comprobados en pacientes con linfoma demuestran que tras recibir rehabilitación cardio-oncológica se disminuyó la tasa de recaídas posibles de presentar. Este mismo estudio comprobó que los pacientes oncológicos tienen una mejor adherencia al tratamiento de ejercicios que la población regular. Por lo que se evidencia que la RC es una medida segura y confiable a utilizarse en pacientes con cáncer.⁽¹⁴⁾

La piedra angular de la rehabilitación cardio-oncológica es el ejercicio, que se percibe como una opción terapéutica a utilizarse antes, durante y después del tratamiento. En relación al ejercicio se han descrito múltiples beneficios, el más común es el mejoramiento de la función física y la capacidad de ejercicio, fuerza muscular y calidad de vida. Entre otros beneficios de la RC se encuentra la pérdida de peso y la mejoría de la composición corporal, que se relaciona, no solo al ejercicio físico sino al asesoramiento nutricional.⁽¹⁵⁾

Los factores ambientales, en particular la contaminación atmosférica, contribuyen significativamente a las muertes asociadas con enfermedades cardiovasculares y cánceres específicos, como el cáncer de pulmón. A pesar de estas estadísticas, el impacto de la contaminación atmosférica en la salud en el contexto de la cardiooncología se ha pasado por alto en gran medida en la atención al paciente y la investigación. Cabe destacar que el impacto de la contaminación atmosférica varía ampliamente entre áreas geográficas y entre individuos, lo que conlleva diversas consecuencias de exposición.^(16,17)

La contaminación del aire y sus principales componentes, especialmente el material particulado fino (PM2.5), se asocian con resultados adversos para la salud de manera notable. La exposición a PM2.5 guarda relación con la hipertensión, aterosclerosis, infartos de miocardio y eventos cerebrovasculares, así como con el mayor riesgo de cáncer de pulmón.⁽¹⁸⁾

Un hallazgo clave es la observación de una mayor mortalidad cardiovascular en pacientes con cáncer expuestos a niveles elevados de contaminación del aire. Por otra parte, tratamientos oncológicos como la quimioterapia y la radioterapia, pueden aumentar el riesgo de muerte cardiopulmonar asociada a la contaminación atmosférica en estos pacientes.^(19,20)

En tal línea, los autores subrayan que la contaminación del aire afecta factores de riesgo modificables comunes tanto para enfermedades cardiovasculares como para cáncer, incluyendo obesidad, diabetes, dislipidemia e hipertensión. Además, la inflamación y el estrés oxidativo sobresalen como mecanismos centrales en los efectos de la contaminación del aire en ambas condiciones.

La inflamación crónica inducida por la exposición a contaminantes atmosféricos puede causar daño a las células endoteliales, promover la formación de placas ateroscleróticas y desencadenar respuestas inmunitarias que exacerban las condiciones cardiovasculares y oncológicas. El estrés oxidativo, por su parte, al desencadenar la producción de radicales libres que dañan el ADN puede llevar a

mutaciones y progresión del cáncer.^(21,22)

CONCLUSIONES

La rehabilitación cardio-oncológica en entornos de alta contaminación atmosférica exige un replanteamiento urgente y adaptado, donde la evidencia científica confirma que la exposición crónica a contaminantes sinergiza con la cardiotoxicidad oncológica, exacerbando los riesgos cardiovasculares mediante mecanismos fisiopatológicos compartidos y comprometiendo la eficacia de programas convencionales de ejercicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.) Campos Vera NA, Rivas Estany E, Vínces Obando MC. Rehabilitación cardíaca en pacientes con cáncer. Rev. cuba. cardiol. cir. cardiovasc. [Internet]. 21 de junio de 2024 [citado 18 de junio de 2025];30:e2246. Disponible en: <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/2246>
- 2.) Uclés Villalobos Vanessa, Vargas Chaves Paula. Rehabilitación en cardiotoxicidad relacionada al cáncer. Rev. costarric. cardiol [Internet]. 2022 June [cited 2025 June 17] ; 24(1): 24-28. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422022000100024&lng=en.
- 3.) Cardenas Torres YY, Bazán Milian M, Segura Llanes N, Leopold C. Detección precoz de la cardiotoxicidad posquimioterapia (segunda parte). Rev Cub Anest Rean [Internet]. 27 de marzo de 2024 [citado 18 de junio de 2025];23. Disponible en: <https://revanestesia.sld.cu/index.php/anestRean/article/view/2160>
- 4.) MAKHOUL SILVIA S., LAX JORGE A., PALACIOS KARINA, GAMBARTE JIMENA, PETRUCCI FERNANDA, SERVIENTI PATRICIO et al . Registro OBELISCO-SAC. OBservaciones de cLinicas, Instituciones y Servicios de Cardio-Oncología SAC. Rev. argent. cardiol. [Internet]. 2022 [citado 2025 Jun 17] ; 90(6): 452-461.

Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-37482022000600452&lng=es.

5.) Jaramillo-Jaramillo Mónica, Rodríguez-Guerrero Nohora I.. Cardio-oncología: un nuevo heart team. Rev. Colomb. Cardiol. [Internet]. 2021 Aug [cited 2025 June 17] ; 28(4): 302-305. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332021000400302&lng=en.

6.) Bonilla Cáceres, S. (2024). Efectos de la salud en infantes por contaminación atmosférica: Una revisión. Revista Científica Higía De La Salud, 10(1). <https://doi.org/10.37117/higia.v10i1.971>

7.) Labraña J, Folchi M, Urquiza A, Rivas M. La Construcción de la Contaminación Atmosférica como Problema Público, Santiago de Chile (1961-1978). HALAC [Internet]. 14 de diciembre de 2021 [citado 19 de junio de 2025];11(3):149-77. Disponible en: <https://www.halacsolcha.org/index.php/halac/article/view/558>

8.) Matus Correa Patricia, Díaz Aranda Manuela, GonzálezRiquelme Felipe. Contaminación atmosférica por dióxidos de nitrógeno en Región Metropolitana y su impacto sobre la salud. Rev. méd. Chile [Internet]. 2021 Oct [citado 2025 Jun 19] ; 149(10): 1391-1398. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872021001001391&lng=es.

9.) Vargas Marcos F, de la Cruz Mera Ángela, Heras Celemin M del R. Vivienda y salud: eficiencia energética, urbanismo sostenible y agenda 2030. Conclusiones y futuro. RSA [Internet]. 13 de junio de 2021 [citado 20 de junio de 2025];21(1):56-64. Disponible en: <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1102>

10.) Quimis Cantos Y, Sornoza Pincay IS, Franco Mora CA. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica prevalencia y diagnóstico de laboratorio en fumadores jóvenes y adultos mayores. MQRInvestigar [Internet]. 26 de febrero de 2024 [citado 19 de

junio de 2025];8(1):3059-77. Disponible en:
<http://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1040>

11.) Yaulilahua Huacho R, Sumarriva Bustinza LA, Gave Chagua JL, Huere Peña JL, Garcia Ticllacuri R. Líquenes epifitos como bioindicadores de contaminación del aire en la ciudad de Lircay, Perú. revistaalfa [Internet]. 20 de enero de 2024 [citado 20 de junio de 2025];8(22):244-55. Disponible en:
<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/348>

12.) Magan Vargas KP, Mau Ayala RF, Contreras Tovar LA. Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón (Perú). Yotantsipanko [Internet]. 2022 Dec. 28 [cited 2025 Jun. 20];2(2). Available from:
<http://www.revistas.uniscjsa.edu.pe/index.php/Yotantsipanko/article/view/20>

13.) Valdivia D, Iannacone J. LÍQUENES COMO MEDIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL – APLICACIONES DEL INDICE DE PUREZA ATMOSFERICA (IPA). BIOTEMPO [Internet]. 8 de marzo de 2022 [citado 20 de junio de 2025];19(1):101-8. Disponible en: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/4797>

14.) García Huamán FT. Indicadores y patógenos fecales en el agua de bebida de la comunidad nativa Pakún, Amazonas. Rev. Cient. UNTRM, Cienc. Nat. Ing. [Internet]. 14 de junio de 2021 [citado 20 de junio de 2025];4(1):14-8. Disponible en: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/690>

15.) Ferrer-Sánchez Yarelys, Ramírez Castillo Andy Jafet, Plasencia-Vázquez Alexis Herminio, Abasolo-Pacheco Fernando. Impacto del uso de suelo y la fragmentación del paisaje sobre la calidad del agua del río Teaone en Ecuador. Rev. Int. Contam. Ambient [revista en la Internet]. 2024 [citado 2025 Jun 20] ; 40: 54900. Disponible en:
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992024000100108&lng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992024000100108&lng=es)

16.) Pérez Domínguez Julio Alberto, Rodríguez Peña Marian Maité, Rodríguez Reyes Maidelín, Leblanch Pérez Lisett, Pérez Oliva Alberto. Factores de riesgo de cardiotoxicidad precoz por quimioterapia en pacientes con cáncer de mama. Multimed [Internet]. 2022 Jun [citado 2025 Jun 17] ; 26(3): . Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182022000300004&lng=es.

17.) Ramos Garzón Judy Ximena, Achury Beltrán Luisa Fernanda, Rojas Lyda Z.. Cardiotoxicidad por antraciclinas en supervivientes de cáncer durante la infancia. av.enferm. [Internet]. 2022 Aug [cited 2025 June 17] ; 40(2): 307-319. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-45002022000200307&lng=en.

18.) Carballo Torres Daniel, Lima Pérez Mayte, Luperón Loforte Daysi, Concepción Iván Ramón. Trastuzumab-induced cardiotoxicity in a patient with HER-2 positive breast carcinoma. Rev cubana med [Internet]. 2021 [citado 2025 Jun 17] ; 60(Supl 1): . Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232021000500007&lng=es.

19.) Roncancio-Martínez Heidy, Jaramillo-Jaramillo Mónica. Carcinoma de seno y cardiotoxicidad. Rev. Colomb. Cardiol. [Internet]. 2021 June [cited 2025 June 17] ; 28(3): 207-216. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332021000300207&lng=en.

20.) Carballo Torres D, Soriano García JL, Bazán Milián M. Mecanismos de acción de la cardiotoxicidad inducida por terapias anti-neoplásicas. Rev Cub Oncol [revista en Internet]. 2021 [citado 17 Jun 2025]; 19 (3) . Disponible en: <https://revoncologia.sld.cu/index.php/onc/article/view/150>

22.) Hernández Cerda Claudia Nalleli, Ávila Galarza Alfredo, Cerda Alonso Diana

Gabriela. Impacto de la movilidad urbana en la calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis Potosí, México. Ciencias Ambientales [Internet]. 2023 June [cited 2025 June 20] ; 57(1): 17718. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962023000100005&lng=en.