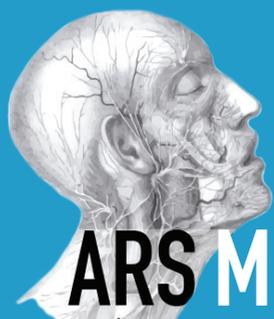


ISSN 0719-1855



# ARS MEDICA

revista de ciencias médicas

VOLUMEN 50 | NÚMERO 2 AÑO 2025



[WWW.ARSMEDICA.CL](http://WWW.ARSMEDICA.CL)

SciELO



medicina.uc.cl +



ESCUELA DE MEDICINA  
FACULTAD DE MEDICINA

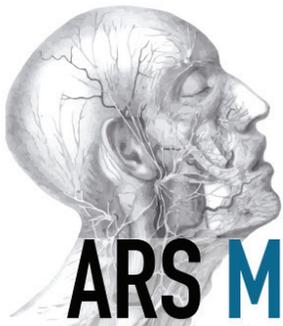
# Diplomados y Cursos 2025



WORLD UNIVERSITY RANKINGS  
Nº1 en Chile  
Nº2 en Latam

INSCRÍBETE AQUÍ





# ARS MEDICA

revista de ciencias médicas

VOLUMEN 50, NÚMERO 2, AÑO 2025

---

## EDITOR EN JEFE

**Max Andresen H.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

## COEDITOR

**Ricardo Castro.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

## EDITORES NACIONALES

**Juan Pablo Aitken.** 

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Leopoldo Ardiles.** 

Universidad Austral de Chile,  
Valdivia, Chile.

**Mauricio Barría.** 

Universidad Austral de Chile,  
Valdivia, Chile.

**Claudia Behrens.** 

Universidad Católica del Norte,  
La Serena, Chile.

**Carla Benaglio.** 

Universidad del Desarrollo,  
Santiago, Chile.

**Evelyn Benavides.** 

Universidad de los Andes,  
Santiago, Chile.

**M. Leonor Bustamante.** 

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Claudia Campusano.** 

Universidad de los Andes,  
Santiago, Chile.

**Jorge Carvajal.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Jaime Cerda.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Paola Casanello.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Tatiana Cevo.**

Universidad Andrés Bello,  
Viña del Mar, Chile.

**Fernando Chuecas.** 

Universidad San Sebastián,  
Concepción, Chile.

**Carlos Escudero.** 

Universidad del Bío-Bío,  
Chillán, Chile.

**Fernando González.**

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Paul Harris.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Roberto Jalil.**

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Gonzalo Labarca.**

Universidad de Concepción,  
Concepción, Chile.

**Laura Mendoza.** 

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Helia Morales.** 

Universidad de los Andes,  
Santiago, Chile.

**Rodolfo Morrison.** 

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Carmen Gloria Muñoz.** 

Universidad Austral de Chile,  
Valdivia, Chile.

**Paula Oyarzún.**

Universidad de Valparaíso,  
Valparaíso, Chile.

**Iván Palomo.** 

Universidad de Talca,  
Talca, Chile.

**Javier Pilcante.** 

Universidad de Concepción,  
Concepción, Chile.

**Arnoldo Riquelme.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Iván Rodríguez.** 

Universidad de Concepción,  
Concepción, Chile.

**Claudia Sáez.** 

Pontificia Universidad Católica de Chile,  
Santiago, Chile.

**Sofía Salas.** 

Universidad Del Desarrollo,  
Santiago, Chile.

**Rodrigo Troncoso.**

Instituto de Tecnología de los Alimentos,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.

**Camilo Ulloa.** 

Hospital del Salvador,  
Santiago, Chile.

**Rodrigo Valenzuela.**

Universidad de Chile,  
Santiago, Chile.

**Carlos Valenzuela.**

Universidad Católica de la Santísima  
Concepción, Concepción, Chile.

**Caroline Weinstein.** 

Universidad de Valparaíso,  
Valparaíso, Chile.

## EDITORES INTERNACIONALES

**Alberto Alves de Lima.** 

Instituto Cardiovascular de Buenos Aires,  
Buenos Aires, Argentina

**Leonardo Bustamante-López.** 

Universidad de Sao Paulo,  
Sao Paulo, Brasil.

**María Constanza Camargo.** 

National Cancer Institute, Rockville,  
Maryland, Estados Unidos.

**Henry Cohen.**

Academia Nacional de Medicina,  
Montevideo, Uruguay.

**Gabriel J. Escobar.**

Kaiser Permanente Division of Research,  
University of California, Estados Unidos.

**Eliseo Eugenin.** 

Rutgers University, The State University of  
New Jersey, Estados Unidos.

**Marcelo Garcia Dieguez.** 

Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca,  
Argentina.

**Mildred López.** 

Tecnológico de Monterrey, Monterrey,  
México.

**Jesús Manuel Morán.**

Sociedad Española de Formación Sanitaria  
Especializada SEFSE-AREDA, Madrid,  
España.

**Silvia Olivares.** 

Tecnológico de Monterrey,  
México.

**Luiz F. Onuchic.** 

Universidad de Sao Paulo,  
Sao Paulo, Brasil.

**Antonio Marcus de Andrade Paes.** 

Universidad Federal de Maranhão - UFMA  
Maranhao, Maranhao, Brasil.

**Cristian Stefanescu.**

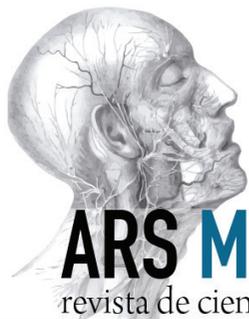
Universidad Carol Dávila,  
Bucarest, Rumania.

**Claudia Ugarte.**

Universidad Peruana Cayetano Heredia,  
Lima, Peru.

**Horacio Yulitta.** 

Universidad de Buenos Aires, Sociedad  
Argentina de Investigación y Desarrollo  
en Educación Médica (SAIDEM),  
Buenos Aires, Argentina.



## ÍNDICE

### EDITORIAL

Liderazgo femenino en medicina: brechas, barreras y estrategias para la equidad  
*Ruiz-Balart* ..... 3

### CARTA DEL EDITOR

Flujos y tiempo de ciclado en pacientes hospitalizados: consideraciones para la implementación en hospitales chilenos  
*Cartes-Velázquez et al.* ..... 5

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Impacto de un curso simulado de acceso vascular periférico ecoguiado para equipo de enfermería de urgencia  
*Rivera-González et al.* ..... 7

Errores en la técnica inhalatoria en pacientes con asma y EPOC en Atención Primaria  
*Reyes-Rojas & Vergara-Arce* ..... 15

### CASOS CLÍNICOS

Intoxicación por litio: una indicación no renal de hemodiálisis  
*Medina-Pedraza & Tagle-Vargas* ..... 22

### REVISIÓN SISTEMÁTICA

Características del entrenamiento de fuerza en la rehabilitación oncológica en el cáncer de mama:  
una revisión sistemática  
*Cruzat-Bravo et al.* ..... 27

### REVISIÓN NARRATIVA

Erosión en dientes primarios: una revisión narrativa  
*Muñoz-Valle et al.* ..... 44

### INFORME ESPECIAL

Cálculo del riesgo relativo utilizando regresión logística binaria mediante el método de duplicación de casos  
*Cerda-Lorca & Villarroel-Del Pino* ..... 53

## Liderazgo femenino en medicina: brechas, barreras y estrategias para la equidad

### Female leadership in medicine: gaps, barriers and strategies for equity

Carolina Ruiz-Balart<sup>1, 2, \*</sup> , Nuria Pedrals-Gibbons<sup>3</sup>, Solange Rivera-Mercado<sup>4</sup> 

En pleno siglo XXI el sector salud enfrenta una contradicción estructural que desafía los principios de la equidad: según la Organización Mundial de la Salud aproximadamente 70% de la fuerza laboral corresponde a mujeres, pero solo 25% de los cargos de liderazgo son ocupados por estas (WHO, 2020). Ante esta importante brecha entre la participación femenina en la atención y cuidado de los pacientes y su escasa representación en los espacios de toma de decisiones en los servicios sanitarios, urgen dos preguntas: ¿por qué ocurre? y ¿cómo se puede impactar de manera positiva para el desarrollo del liderazgo femenino en medicina? Para responder a estas preguntas hay que partir por definir como se entiende una médica líder. De acuerdo con el Royal College of Physicians and Surgeons of Canada, una médica o médico líder es una profesional que tiene la capacidad de colaborar en la toma de decisiones que contribuyen al desarrollo de un sistema de salud de alta calidad, asumiendo responsabilidades en la entrega de una atención de excelencia a los pacientes y sus familias, a través de sus actividades clínicas, administrativas, académicas o docentes (Frank, *et al.*, 2015). Considerando estudios que han demostrado que la inclusión de mujeres en roles directivos en los sistemas de salud tiene un impacto positivo, con mejoría de los resultados en distintas áreas, incluyendo la promoción de la equidad, la innovación y la accesibilidad de los pacientes, a través del desarrollo de políticas de salud más inclusivas, se puede afirmar que el liderazgo femenino en salud cumple con la definición de líder establecida en Canadá, la que actualmente es considerada en muchos países, especialmente en la formación de postgrado en medicina (Nel *et al.*, 2022).

Para explicar por qué se mantiene la alta brecha entre participación femenina en salud y su baja representación en cargos directivos en las instituciones sanitarias, se han desarrollado conceptos como el “problema de la tubería” o el “techo de cristal” (Monroe & Chiu, 2010). El problema de la tubería o tubería con fugas hace referencia a la disminución sucesiva de mujeres en posiciones

de liderazgo a medida que avanzan en su carrera profesional, debido a la deserción progresiva de mujeres que aspiran a ocupar posiciones relevantes en sus organizaciones. Este problema es especialmente relevante en la carrera académica (Purkey *et al.*, 2025). A pesar de que, en muchas carreras, incluida la medicina, puede haber la misma cantidad de hombres y mujeres al inicio (las mujeres pueden ingresar a la “tubería”, es decir, a las etapas iniciales del profesorado), en la medida en que van avanzando se va produciendo la fuga o pérdida de mujeres, lo que genera que al final de la tubería (cúspide de la carrera académica) lleguen pocas a ocupar cargos directivos. Este descenso puede explicarse por distintos factores, como la falta de oportunidades, los sesgos de género y las barreras estructurales (Boniol *et al.*, 2019). El techo de cristal se refiere a las barreras invisibles y estructurales que impiden que las mujeres asciendan en sus carreras profesionales, limitando su éxito profesional, así como, el alcanzar roles de liderazgo, a pesar de estar capacitadas y tener logros profesionales (Monroe & Chiu, 2010). Este concepto se asocia a obstáculos sistemáticos de las organizaciones, no siempre explícitos, como el desbalance en la conciliación de la vida laboral y personal, discriminación en los procesos de evaluación y promoción profesional, discriminación salarial, etc. (Siddiqui *et al.*, 2025).

Tras analizar las dos primeras preguntas, queda, sin duda, la más importante: ¿cómo se puede impactar de manera positiva para el desarrollo del liderazgo femenino en medicina? Se han planteado distintas estrategias para subsanar el hecho de que históricamente las mujeres han estado subrepresentadas en roles de liderazgo en medicina, dentro de estas destacan las políticas de igualdad de género y acción afirmativa, que fomenten la contratación y promoción de médicas en posiciones de liderazgo, tanto en centros asistenciales como en facultades de medicina; las políticas de igualdad salarial, frente a un mismo trabajo y responsabilidades: los programas de mentoría entre médicas, en los que médicas en

(1) Departamento de Medicina Intensiva. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(2) Unidad de Paciente Crítico Adulto. Hospital Sótero del Río. Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente. Santiago. Chile.

(3) Secretaría de Bienestar y Liderazgo. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(4) Departamento de Medicina Familiar. Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

\* Autora de correspondencia: [ccruiz@uc.cl](mailto:ccruiz@uc.cl)



posiciones de liderazgo guíen a otras más jóvenes en el desarrollo de sus carreras; el estimular la visibilidad de las médicas, incluyéndolas en actividades de alto impacto, como la gestión de unidades clínicas, la dirección de programas de formación, la investigación de alto nivel o la participación en comités asesores; la flexibilidad laboral y las políticas de conciliación entre la vida familiar y el trabajo como médicas, que promuevan los modelos de líderes médicas que hayan logrado equilibrar sus vidas personales y profesionales, demostrando que es posible ser una líder exitosa y mantener el equilibrio con la vida familiar; este último punto resulta en una gran inspiración para las médicas jóvenes (Kuhlmann *et al.*, 2017; Smith & Sinkford, 2022).

En resumen, la inequidad en los liderazgos masculinos y femeninos es un problema no resuelto en el ámbito sanitario, aunque han habido avances. Existen estrategias que pueden subsanar esta situación, promoviendo el desarrollo y la retención del talento femenino en puestos directivos y de liderazgo. Esto no solo representará un beneficio para las médicas, sino también para los pacientes que atienden y para el equipo sanitario. El liderazgo femenino en salud no solo beneficia a las mujeres, sino que fortalece el sistema sanitario en su conjunto.

## Referencias

- Boniol M, Mclsaac M, Xu L, Wuliji T, Diallo K, & Campbell J. (2019). *Gender equity in the health workforce: analysis of 104 countries*. World Health Organization. Disponible en <https://iris.who.int/handle/10665/311314>. Consultado el 30 de junio de 2025.
- Frank JR, Snell L, Sherbino J, eds. (2015). *CanMEDS 2015 Physician Competency Framework*. Ottawa: Royal College of Physicians and Surgeons of Canada; 2015. Disponible en <https://canmeds.royalcollege.ca/en/framework> consultado el 30 de junio de 2025.
- Kuhlmann E, Ovseiko PV, Kurmeyer C, Gutiérrez-Lobos K, Steinböck S, von Knorring M, Buchan AM, Brommels M. (2017). Closing the gender leadership gap: a multi-centre cross-country comparison of women in management and leadership in academic health centres in the European Union. *Human resources for health* **15**(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12960-016-0175-y>
- Monroe K & Chiu W. (2010). Gender Equality in the Academy: The Pipeline Problem. *Political Science & Politics* **43**(2), 303–308. <https://doi.org/10.1017/S104909651000017X>
- Nel D, Burch V, Adam S, Ras T, Mawela D, Buch E, Green-Thompson L. (2022). The introduction of competency-based medical education for postgraduate training in South Africa. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde* **112**(9), 742–743. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2022.v112i9.16717>
- Purkey NJ, Han P, Woodward A, Davis AS, Johnston L, Klein R, Krawczeski CD, Leeman KT, Machut KZ, Patel MD, Scala M, McBride ME. (2025). Advancing Women Physicians in Academic Medicine: A Scoping Review. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges* **100**(7), 860–870. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000006052>
- Siddiqui S, Gali B, Cotter E, Short M, McNichol M, Mulaikal TA, Cassavaugh J, Chow J, Russell C, Golhar SY, Ben-Jacob TK. (2025). Women Physicians in Leadership Roles in Critical Care Medicine or Academic Medicine-A Systematic Literature Review. *Critical care explorations* **7**(4), e1249. <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000001249>
- Smith SG & Sinkford JC. (2022). Gender equality in the 21st century: Overcoming barriers to women's leadership in global health. *Journal of dental education* **86**(9), 1144–1173. <https://doi.org/10.1002/jdd.13059>
- WHO. (2020). Delivered by women, led by men: A gender and equity analysis of the global health and social workforce (Human Resources for Health Observer Series No. 24). World Health Organization. Disponible en <https://www.who.int/publications/item/9789241515467> consultado el 30 de junio de 2025

## Flujos y tiempo de ciclado en pacientes hospitalizados: consideraciones para la implementación en hospitales chilenos

### Flows and inpatient cycling time: considerations for implementation in Chilean hospitals

Ricardo Cartes-Velásquez<sup>1,2</sup> , Hernán Carrillo-Bestagno<sup>1,2,\*</sup> , Consuelo Conejeros-Rodríguez<sup>1,2</sup> 

Sr. Editor:

La evidencia sobre el flujo de pacientes y los tiempos de ciclos en los entornos hospitalarios es compleja, abarcando diversas estrategias e intervenciones destinadas a mejorar la eficiencia y reducir retrasos que impacten principalmente en la saturación de las unidades de emergencia (UE). Una revisión sistemática mostró que las intervenciones más efectivas fueron aquellas que abordaron el sistema completo: mejorar el acceso a camas, reorganizar flujos internos y acelerar decisiones clínicas, logrando reducciones significativas en tiempos de espera, estancia y tasas de abandono de las UE (Morley *et al.*, 2018).

Algunas de las barreras claves para optimizar el flujo de pacientes son la demora en iniciar el proceso de alta y las demoras en la salida efectiva del paciente, las cuales se han asociado principalmente a una planificación operativa deficiente, falta de estandarización en los procedimientos y escasez de personal clínico. Estas demoras se ven agravadas por una coordinación interdepartamental limitada y por decisiones clínicas inconsistentes derivadas de la ausencia de criterios compartidos y protocolos unificados (Åhlin *et al.*, 2022). El tiempo de ciclado del paciente hospitalizado es un indicador propuesto en la literatura para abordar este aspecto específico (Solberg *et al.*, 2003).

Otros factores a considerar tienen relación con abordar los flujos de la demanda programada. Las tablas quirúrgicas de cirugías electivas pueden adecuarse para suavizar los picos de intensidad, habitualmente concentrados en días lunes y martes, y con eso, impactar favorablemente los cuellos de botella previsibles, lo cual permite incluso aumentar la oferta quirúrgica y mantener oportunidad de acceso en escenarios de alta demanda mundial, como lo fue la pandemia por COVID-19 (Litvak *et al.*, 2021). Asimismo, la interacción entre demanda desde urgencia y demanda programada

afecta también, tanto el acceso a camas críticas como la demora en la habilitación de estas cuando el paciente ya está en condiciones de egresar (Long & Mathews, 2018).

En Chile, la Subsecretaría de Redes Asistenciales ha promovido la eficiencia del flujo mediante un modelo de acciones que involucra a todos los actores organizacionales relacionados a las camas hospitalarias (MINSAL, 2024). Asimismo, está en desarrollo una compra pública de innovación destinada a construir soluciones que permitan acelerar el tiempo de ciclado del paciente hospitalizado (CORFO, 2023). Con todo, los focos futuros debiesen estar puestos en la implementación generalizada de estas prácticas y el abordaje de la demanda programada de camas de hospitalización.

Los sistemas de salud actuales, altamente demandados y con interacciones complejas entre sus constituyentes, requieren que tengamos una mirada sistémica de transformación, cuyo centro prioritario hoy en día deben ser los flujos de atención, de tal manera que podamos ofrecer oportunidades de acceso a todas las personas que lo requieran.

#### Referencias

Åhlin P, Almström P, Wänström C. (2022). When patients get stuck: A systematic literature review on throughput barriers in hospital-wide patient processes. *Health policy (Amsterdam, Netherlands)* **126**(2), 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2021.12.002>

CORFO (2023) *Reto de innovación piloto de compras públicas de innovación desafío del hospital las higueras*. Disponible en: [https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/movil/reto\\_innovacion\\_piloto\\_compras\\_publicas;jsessionid=eFUhmGZeV8Da4FbxiJX-Vpk7eV1z8a4wPKvOXqlxQS8hWtZFFAnrs!861518717!1599147272](https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/movil/reto_innovacion_piloto_compras_publicas;jsessionid=eFUhmGZeV8Da4FbxiJX-Vpk7eV1z8a4wPKvOXqlxQS8hWtZFFAnrs!861518717!1599147272) Consultado el 13 de abril de 2025.

(1) Servicio de Medicina Interna. Hospital Las Higueras. Talcahuano. Chile.

(2) Departamento de Medicina Interna. Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Concepción. Chile.

\* Autor de correspondencia: [hecarrillo@udec.cl](mailto:hecarrillo@udec.cl)



Litvak E, Keshavjee S, Gewertz BL, Fineberg HV. (2021). How Hospitals Can Save Lives and Themselves: Lessons on Patient Flow From the COVID-19 Pandemic. *Annals of surgery* **274**(1), 37–39. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004871>

Long EF & Mathews KS. (2018). The Boarding Patient: Effects of ICU and Hospital Occupancy Surges on Patient Flow. *Production and operations management* **27**(12), 2122–2143. <https://doi.org/10.1111/poms.12808>

MINSAL (2024). *Estrategias hacia eficiencia clínica hospitalaria desde la unidad de emergencias*. Resolución Exenta N.º 355

Morley C, Unwin M, Peterson GM, Stankovich J, Kinsman L. (2018). Emergency department crowding: A systematic review of causes, consequences and solutions. *PloS one*, **13**(8), e0203316. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203316>

Solberg LI, Asplin BR, Weinick RM, Magid DJ. (2003). Emergency department crowding: consensus development of potential measures. *Annals of emergency medicine* **42**(6), 824–834. <https://doi.org/10.1016/S0196064403008163>

## Impacto de un curso simulado de acceso vascular periférico ecoguiado para equipo de enfermería de urgencia

### Impact of an ultrasound-guided peripheral venous access simulated training for emergency nurses

Sofía Rivera-González<sup>1</sup> , Francisca Seydewitz-Osses<sup>1</sup> , María Pía Bravo-Bertoglio<sup>2</sup> , Carlos Basaure-Verdejo<sup>1</sup> , Catalina Vidal-Olate<sup>3,\*</sup> 

#### Resumen

**Introducción:** en pacientes con acceso venoso difícil se realiza la instalación de un acceso vascular periférico (AVP) guiado con ecografía. En centros internacionales, es parte del estándar de cuidado y puede ser realizado por el equipo de enfermería capacitado. En nuestra realidad, este equipo no está preparado y solicita ayuda a otros profesionales, lo que retrasa la atención. **Objetivo:** implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería de urgencias y evaluar el cambio en su desempeño previo y posterior. **Método:** se llevó a cabo un estudio cuasi experimental para el equipo de enfermería. Se diseñó un curso teórico-práctico con clases grabadas y sesiones presenciales basadas en simulación, con modelos de punción venosa. Se realizaron evaluaciones antes y después de realizada la fase práctica simulada, donde dos evaluadoras midieron la escala *Objective Structured Assessment of Technical Skills* (OSATS) para habilidades técnicas, *checklist* de desempeño, tiempo de canulación y éxito del procedimiento. Al finalizar el curso se realizó una encuesta de satisfacción a los participantes. **Resultados:** se reclutaron 30 enfermeras(os), quienes tras realizar el curso mostraron una mejoría significativa en el desempeño de instalación AVP ecoguiada. Todos los participantes estuvieron de acuerdo con que el curso sería útil en su práctica clínica, y un 100% lo recomendaría. **Conclusión:** el curso de AVP ecoguiado mejoró el desempeño y mostró un alto nivel de satisfacción en los participantes. La adquisición de esta nueva competencia técnica podría mejorar la atención de los pacientes en el servicio de urgencia.

**Palabras clave:** enfermería; ultrasonido; acceso vascular; entrenamiento simulado

#### Abstract

**Introduction:** Ultrasound-guided peripheral venous access (PVA) is commonly used for patients with difficult venous access. In international settings, this technique is considered standard care and is often performed by trained nursing staff. In our country, however, nurses lack the necessary training and must rely on other professionals, which delays treatment. **Objective:** To implement a simulation-based training course on ultrasound-guided PVA for emergency nurses and assess the change in their performance before and after the course. **Methods:** We conducted a quasi-experimental study with emergency nurses. The training included pre-recorded theoretical sessions and hands-on simulation workshops using venipuncture models. Two evaluators assessed participants before and after the practical simulation phase, using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) scale, a performance *checklist*, cannulation time, and procedure success rate. A satisfaction survey was also conducted after course completion. **Results:** Thirty nurses completed the training. Post-training assessments showed a significant improvement in their ability to perform ultrasound-guided PVA. All participants agreed that the course was helpful in their clinical practice, and 100% would recommend it. **Conclusion:** The ultrasound-guided PVA course improved performance and was well received by all participants. Acquiring this new technical skill may lead to improved patient care in emergency departments.

**Keywords:** nurses; ultrasonography; vascular access; simulation training

Fecha de envío: 2024-10-23 - Fecha de aprobación: 2025-04-22

(1) Sección Medicina de Urgencia. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(2) Departamento de Anestesia. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(3) Departamento de Ortopedia y Traumatología. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

\* Autor de correspondencia: [cvvidal@uc.cl](mailto:cvvidal@uc.cl)



## Introducción

La instalación de un acceso vascular periférico (AVP) es un procedimiento frecuente y necesario para la toma de exámenes y administración de medicamentos en los servicios de urgencia (Reichman, 2013). Se estima que aproximadamente el 60% de los pacientes ingresados al servicio de urgencia requieren la colocación de AVP (Alexandrou et al., 2015). Aunque suele ser exitoso, un número importante de pacientes presenta dificultades al momento de la instalación de AVP, conocidos como pacientes DIVA (por su sigla en inglés *“difficult intravenous access”*). En estos contextos, el procedimiento puede llevar a múltiples intentos antes de que sea exitoso (Jacobson & Winslow, 2005; Fields et al., 2014)

Para categorizar a un paciente como DIVA debe tener uno de los siguientes criterios: dos o más intentos fallidos de instalación de un AVP con técnicas tradicionales, ausencia de venas visibles o palpables en la exploración física, o historial documentado de DIVA (Little et al., 2022; Bahl et al., 2023). Frente a estos casos, guías clínicas recomiendan que la instalación del AVP sea guiada por ecografía (Crowley et al., 2012; Cancer Nurses Society of Australia, 2024). El uso de esta herramienta ha demostrado mejorar la tasa de éxito del procedimiento y disminuir el número de intentos (Millington et al., 2020) y satisfacción por parte de los pacientes (Bauman et al., 2009).

En centros de salud internacionales, la instalación de un AVP guiada por ecografía en pacientes DIVA ya es una práctica clínica que está inserta en el cuidado estándar y puede ser realizada por un amplio número de profesionales, entre ellos, un equipo de enfermería capacitado (Crowley et al., 2012). Sin embargo, en nuestro contexto, el equipo de enfermería no está entrenado para hacer este procedimiento y busca la ayuda de otros profesionales capacitados como urgenciólogos y anestesiólogos, lo cual retrasa la instalación del AVP y con esto el tratamiento oportuno de los pacientes. El objetivo de nuestro estudio fue implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería de urgencia y evaluar el cambio en su desempeño tras el entrenamiento.

## Metodología

### Diseño

Se llevó a cabo un estudio cuasi experimental en tres servicios de urgencia asociados a la red docente asistencial UC-Christus.

### Participantes

Se invitó a participar a todos los integrantes del equipo de enfermería que trabajan en los servicios de Red de Salud UC-Christus. Como criterios de inclusión se consideró: profesionales de enfermería con experiencia de al menos un año en la técnica tradicional de instalación de AVP. Como criterios de exclusión enfermeros que hayan realizado un curso formal de instalación de AVP con ecografía previo.

### Curso de AVP

Se creó un curso teórico-práctico destinado al equipo de enfermería del servicio de urgencia. Para ello, se recogieron las opiniones de expertas anestesiólogas, urgenciólogas y enfermeras, sobre el contenido de las clases, sistema de evaluaciones e implementación del curso. Este curso (Figura 1) tenía una primera fase teórica con una duración de una semana y que consistía en cinco clases asincrónicas grabadas disponibles en una plataforma online. Los temas consistían en: física del ultrasonido, indicaciones/contraindicaciones y técnica de colocación AVP ecoguiada, definición y criterios de pacientes DIVA, anatomía vascular y selección de teflón. Al finalizar cada clase, los participantes contestaban una prueba breve de entre tres a cinco preguntas de selección múltiple. Una vez terminadas las clases, debían finalizar la fase teórica realizando una prueba con siete preguntas de selección múltiple.

Luego, la fase práctica consistía en una sesión presencial basada en simulación de una hora de duración, con supervisión directa de una tutora por alumna (Figura 1). Se realizó el entrenamiento del procedimiento en un modelo simulado de punción de la marca *“Your Design Medical”* (Your Design Medical, 2024) utilizando un ecógrafo de la marca Mindray® modelo TE7 y dos ecógrafos de bolsillo lineales marca SONUS® modelo SL-3C. En esta sesión se enseñó la técnica de colocación de AVP ecoguiada en eje corto fuera de plano.

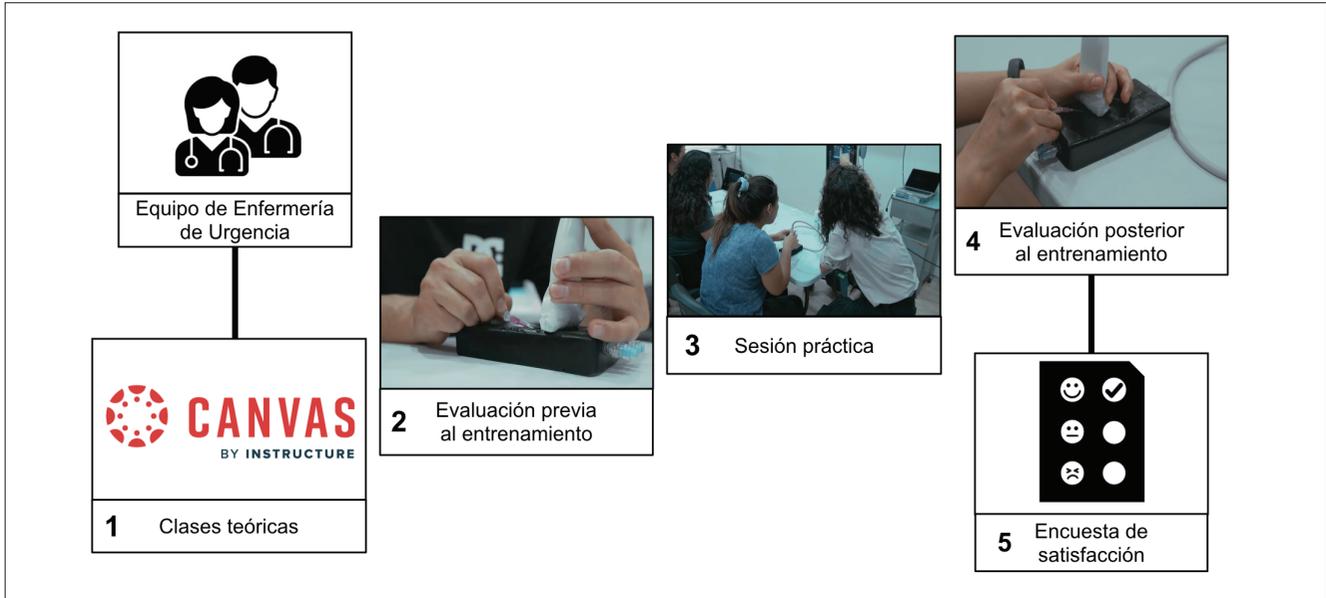


Figura 1: Flujo del estudio y fases incluidas.

### Recolección de información

Se realizaron evaluaciones teóricas antes y después de la fase 1 con pruebas de selección múltiple. Asimismo, se realizaron evaluaciones prácticas previo y posterior haber completado en entrenamiento basado en simulación, donde dos evaluadoras midieron: 1) La escala OSATS (Martin *et al.*, 1997) que consiste en un instrumento de evaluación validado y objetivo que evalúa las competencias prácticas en habilidades técnicas. Consta de 5 ítems que se puntúan de 1 a 5 y el puntaje máximo significa el mejor desempeño posible (25 puntos); 2) Checklist de desempeño del procedimiento adaptado a partir del checklist para el procedimiento en pacientes reales creado a través del método de Delphi (desempeño máximo 18 puntos) (Jung *et al.*, 2016); 3) Tiempo de canulación medido en segundos; y 4) Éxito del procedimiento definido como lograr la canulación del vaso en el modelo simulado.

Al finalizar el curso se realizó una encuesta de satisfacción a las participantes.

### Análisis estadístico

Se describieron las variables con frecuencias absolutas y relativas; medianas y rangos mínimo-máximo. Para la comparación de los puntajes de la escala OSATS, checklist y tiempo, previo y posterior a las sesiones prácticas, se utilizó la prueba de rangos signados de Wilcoxon. Para la comparación de la proporción de éxito del procedimiento se utilizó la prueba de McNemar. Se consideró un valor  $p < 0,05$  significativo. Se utilizó el software STATA v.16 (StataCorp., 2024)

### Protección a los participantes

Este proyecto fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Pontificia Universidad Católica de Chile en línea con las normas éticas concordantes con la Declaración de Helsinki. Los participantes firmaron un consentimiento informado previo a su participación en la investigación.

### Resultados

Un total de 30 participantes del equipo de enfermería de urgencias realizaron el curso teórico-práctico. Un 83% (25) eran mujeres y la mediana de edad era 29 (25-47) años. El 56% (14) tenía entre 1 a 5 años de experiencia clínica y el 76% (20) casi nunca o nunca utilizan la ecografía en su práctica clínica habitual y el 88% (22) se siente nada o poco segura en la instalación de AVP ecoguiada previo al curso.

El total de participantes realizó el curso teórico completando las clases videograbadas. Antes de la sesión práctica, un 50% (15) de los participantes no logró realizar el procedimiento con éxito. Del total de aquellos que sí lograron realizarlo de forma exitosa, un 40% (12) lo realizó en el primer intento, un 7% (2) en el segundo intento y un 3% (1) en el tercer intento. Después del curso, el 100% de los participantes completó con éxito la punción venosa en el modelo simulado, con un 97% (29) logrando hacerlo en el primer intento y un 3% (1) al segundo intento (Tabla 1).

**Tabla 1:** número de intentos, éxito del procedimiento, puntaje de *checklist*, OSATS y tiempo, previos y posterior al curso de entrenamiento de AVP con ecografía. Las variables categóricas número de intentos y éxito del procedimiento, están expresadas con frecuencias relativas (%) y absolutas (n). Las variables numéricas *checklist*, OSATS y tiempo se expresan en mediana y rango mínimo y máximo. Los valores de p no calculados se deben a la falta de categorías en la tabla de 2x2 de comparación.

Variable	Previo a entrenamiento	Posterior a entrenamiento	valor p
<b>Número de Intentos</b>			
No logrado	50% (15)	-	
1	40% (12)	97% (29)	NA
2	7% (2)	3% (1)	
3	3% (1)	-	
Éxito procedimiento (Logrado)	50% (15)	100% (30)	NA
Checklist	13 (9 - 18)	17 (11 - 18)	p<0,001
OSATS	11 (7 - 23)	20 (12 - 25)	p<0,001
Tiempo (segundos)	182,5 (99 - 480)	114 (62 - 246)	p<0,001

Posterior a la sesión práctica simulada mejoran significativamente los puntajes de desempeño evaluados. En el *checklist* hubo una mejora del puntaje global de 13 a 17 (p<0,001). Al observar por ítem evaluado, hay un cambio en los porcentajes de logro, des-

tañando los ítems 15, 16, 17 y 18 como aquellos que mostraron el mayor incremento. Los ítems 9 y 14 fueron completados por el 100% de los participantes tanto antes como después de la sesión práctica (Tabla 2).

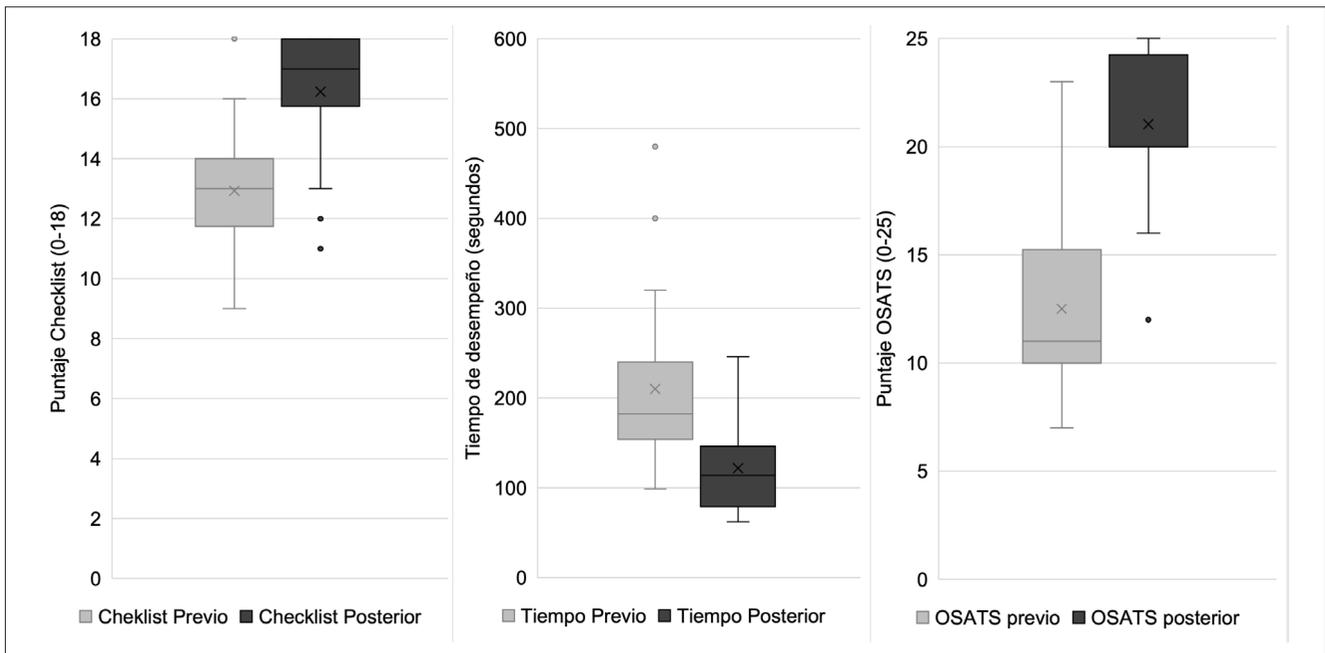
**Tabla 2:** Porcentajes de logro de cada ítems del *checklist* previo y posterior al curso de simulación de acceso vascular periférico (AVP) con ecografía.

Preparación y elección de sitio a puncionar		Previo (%logro)	Posterior (%logro)
1	Posicionar ecógrafo de forma correcta (en línea con el operador)	93% (28)	90% (27)
2	Seleccionar transductor lineal	93% (28)	97% (29)
3	Seleccionar modo B, en "nervio"	60% (18)	80% (24)
4	Colocar pequeña cantidad de gel sobre transductor	93% (28)	90% (27)
5	Colocar apósito adhesivo transparentes ( <i>Tegaderm</i> ) sobre traductor, sin dejar burbujas	97% (29)	90% (27)
6	Colocar cantidad de gel suficiente sobre transductor	90% (27)	100% (30)
7	Tener en la mesa apósito adhesivo transparentes ( <i>Tegaderm</i> ) para AVP y teflón 20G	93% (28)	87% (26)
8	Asegurar que marca del transductor, coincida con marca de la pantalla del ecógrafo	73% (22)	77% (23)
<b>Procedimiento</b>			
9	Elegir vaso en modelo de simulación	100% (30)	100% (30)
10	Posicionar vaso seleccionado en eje corto y en el centro de la pantalla	97% (29)	97% (29)
11	Seguir vaso seleccionado en eje corto	37% (11)	63% (19)
12	Ajustar profundidad y ganancia adecuada	37% (11)	70% (21)
13	Alinear punta de la aguja del teflón en el centro del transductor, sobre el vaso seleccionado	87% (26)	97% (29)
14	Ingresar teflón a modelo con ángulo adecuado, de 30-45°	100% (30)	100% (30)
15	Identificar punta de la aguja dentro del modelo, en la pantalla del ecógrafo, antes de seguir con procedimiento	37% (11)	97% (29)
16	Seguir la punta de la aguja a través del modelo, hasta la pared del vaso seleccionado	10% (3)	93% (28)
17	Canular vaso seleccionado, hasta obtener punta de la aguja en el centro del vaso	43% (13)	97% (29)
18	Avanzar teflón y retirar guía	53% (16)	100% (30)

En la escala OSATS hubo una mejoría del puntaje, obteniendo una mediana de 11 (7-23) puntos previo al entrenamiento y 20 (12-35) al finalizar (Tabla 3). Y se observó una disminución del tiempo de desempeño (182,5 vs 114;  $p < 0,001$ ) (Tabla 3, Figura 2).

**Tabla 3:** Medianas y rango mínimo y máximo de los puntajes obtenidos en la escala OSATS previo y posterior al curso de simulación clínica de acceso vascular periférico (AVP) con ecografía. Se muestra la escala *likert* de cada ítem con la descripción del puntaje mínimo y máximo. El puntaje total se calcula con la suma de los ítems.

Ítem y puntuación	Previo mediana (mín-máx)	Posterior mediana (mín-máx)
<b>Respeto por los tejidos (1-5)</b>		
1 (Uso frecuente de fuerza innecesaria en el tejido, o daño causado por uso inapropiado del instrumental)	3(1-5)	4 (2-5)
5 (Maneja los tejidos apropiadamente con mínimo daño)		
<b>Tiempo y movimientos (1-5)</b>		
1 (Muchos movimientos innecesarios)	2 (1-4)	4 (2-5)
5 (Economía de movimientos y máxima eficiencia)		
<b>Uso del instrumental (1-5)</b>		
1 (Frecuentemente hace movimientos vacilantes y torpes con instrumentos)	2 (1-5)	4 (2-5)
5 (Movimientos fluidos con los instrumentos y sin torpeza)		
<b>Flujo operatorio y planificación posterior (1-5)</b>		
1 (Frecuentemente detiene el procedimiento o requiere discutir los pasos siguientes)	2 (1-5)	4 (2-5)
5 (Curso planeado del procedimiento en forma obvia, con flujo sin esfuerzo)		
<b>Conocimiento del procedimiento (1-5)</b>		
1 (Conocimiento deficiente. Requiere instrucciones en la mayoría de los pasos del procedimiento)	4 (2-5)	4 (4-5)
5 (Familiaridad demostrada con todos los aspectos del procedimiento)		
<b>Total</b>	<b>11 (7-23)</b>	<b>20 (12-35)</b>



**Figura 2:** *boxplot* de puntajes *checklist*, OSATS y tiempos previo y posterior al curso de entrenamiento de AVP con ecografía.

Al finalizar el curso, el 50% (8) se siente muy segura o segura en la instalación de AVP ecoguiada. El 100% de las participantes respondieron que estaban de totalmente acuerdo o de acuerdo de que este curso sería útil en su práctica clínica. El curso obtuvo un 100% de recomendación por parte de los participantes.

## Discusión

El objetivo de nuestro estudio fue implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería del Servicio de Urgencia de la Red de Salud UC-CHRISTUS y evaluar el impacto en su desempeño tras el entrenamiento. Los resultados demostraron que el curso mejoró significativamente el desempeño de los participantes. La literatura existente sugiere que la formación en ecografía mejora la capacidad de los profesionales de la salud para realizar procedimientos de acceso venoso en pacientes DIVA y previene la necesidad de accesos periféricos más complejos (Jørgensen *et al.*, 2021).

La prevalencia de pacientes DIVA en los servicios de urgencia varía ampliamente, oscilando entre el 8% y el 87% (Jacobson & Winslow, 2005; Fields *et al.*, 2014; Salleras-Duran *et al.*, 2016). Esto depende de factores como edad avanzada, comorbilidades, índice de masa corporal elevado, hipovolemia, edema y antecedentes de múltiples punciones (Fields *et al.*, 2014; Salleras-Duran *et al.*, 2016; Little *et al.*, 2022; Bahl *et al.*, 2023). Estos factores contribuyen a la dificultad y a la necesidad de múltiples intentos para establecer un acceso venoso, lo cual puede retrasar el tratamiento y aumentar la incomodidad del paciente (Jacobson & Winslow, 2005; Fields *et al.*, 2014). La implementación de técnicas ecoguiadas para la instalación de AVP puede mitigar estos desafíos al aumentar la tasa de éxito en el primer intento y reducir el tiempo necesario para el procedimiento (Bridey *et al.*, 2018; Millington *et al.*, 2020).

Estudios previos han evaluado la eficacia de cursos de ecografía para la instalación de AVP en enfermería, encontrando mejoras significativas en el desempeño técnico y la confianza de los profesionales así como la satisfacción de los pacientes (Salleras-Duran *et al.*, 2016; Jørgensen *et al.*, 2021). La revisión sistemática de Jørgensen *et al.* encontró que los estudios relacionados a la educación de esta destreza, varían ampliamente en cuanto a los alumnos objetivo, el diseño del estudio, las herramientas de evaluación y las medidas de resultado, lo que dificulta la comparación directa entre ellos. Sin embargo, los resultados permitieron concluir que el aprendizaje *e-learning* y la enseñanza didáctica en el aula eran igualmente eficaces (Jørgensen *et al.*, 2021). Nuestro estudio tiene una modalidad mixta de aprendizaje, revisión de clase audiograbadas on-line y luego la práctica deliberada en sesiones presenciales de simulación con retroalimentación directa

de un tutor. Lo cual permite la optimización de los tiempos para el logro de los objetivos.

Internacionalmente estos estudios han sido dirigidos a médicos de urgencias, anestesia, estudiantes de medicina y equipos de enfermería. En nuestro país no se han reportado estudios que tengan como objetivo enseñar esta competencia en el equipo de enfermería. En el entorno dinámico y de alta presión que constituye un servicio de urgencia, el dominio de la punción venosa por el equipo de enfermería es esencial para reducir las complicaciones, mejorar la comodidad del paciente y agilizar los procesos de atención. La utilización de la ecografía puede mejorar la capacidad de realizar esta punción de manera precisa y eficiente; fortaleciendo su autonomía.

Los resultados de nuestra investigación indican que los ítems del *checklist* que mostraron mayores mejoras fueron aquellos relacionados con la identificación y seguimiento de la punta de la aguja dentro del vaso seleccionado, lo cual es crucial para el éxito del procedimiento ecoguiado. Específicamente, los ítems 15 ("Identificar punta de la aguja dentro del modelo en la pantalla del ecógrafo antes de seguir con el procedimiento") y 16 ("Seguir la punta de la aguja a través del modelo hasta la pared del vaso seleccionado") mostraron los mayores incrementos. Esta mejora puede atribuirse al enfoque práctico y supervisado del curso, que permitió a los participantes familiarizarse con la técnica en un entorno controlado antes de aplicarla nuevamente en modelos simulados por su cuenta (Chinnock *et al.*, 2007; Moore, 2013). Algunos ítems del *checklist* no mostraron cambios notorios, como el ítem 9 ("Elegir vaso en modelo de simulación") y el ítem 14 ("Ingresar teflón al modelo con ángulo adecuado de 30-45°"), los cuales ya presentaban una alta tasa de logro antes del curso. Esto puede deberse a que estos pasos son más básicos y los participantes ya tenían experiencia previa en ellos. En cambio, los ítems que implican el uso detallado de la ecografía requieren habilidades más específicas que fueron directamente abordadas y mejoradas mediante el curso. Es posible que la familiaridad previa con estos procedimientos básicos limite el margen de mejora observable tras el curso, en comparación con las habilidades avanzadas que eran menos dominadas inicialmente.

Después del curso, la percepción de seguridad de los participantes en la realización del procedimiento aumentó de forma importante. Además, el curso mostró un alto nivel de satisfacción, siendo recomendado ampliamente. Estos resultados son consistentes con la literatura (Edwards & Jones, 2018; Adhikari *et al.*, 2015; Amick *et al.*, 2022), donde se observa que los cursos incrementan además la confianza de los estudiantes en la realización del procedimiento y subrayan la importancia de adquirir esta habilidad para su práctica clínica habitual.

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones. La evaluación se realizó en un modelo simulado, lo que puede no reflejar completamente la complejidad del entorno clínico real, como la variabilidad anatómica y las condiciones específicas del paciente (Bridey *et al.*, 2018). Además, el seguimiento a largo plazo de la retención de habilidades y el impacto en la práctica clínica no fue evaluado. La línea de investigación continúa en la evaluación del desempeño de los participantes en situaciones clínicas reales (Brannam *et al.*, 2004; Chinnock *et al.*, 2007) y la sostenibilidad de las habilidades adquiridas a lo largo del tiempo.

Algunas fortalezas de este estudio son el diseño prospectivo y el uso de pautas validadas para la evaluación del desempeño de los participantes, como la escala OSATS (Martin *et al.*, 1997) y *checklist* adaptado (Jung *et al.*, 2016). Además, el curso fue desarrollado con la colaboración de expertos en anestesiología, medicina de urgencia y enfermería, asegurando que el contenido del curso sea relevante y de alta calidad. El porcentaje de recomendación y la alta satisfacción podrían además tener una alta adherencia en una implementación futura.

## Conclusión

El curso de instalación de AVP guiado por ecografía mejoró significativamente el desempeño del equipo de enfermería del Servicio de Urgencia de la Red de Salud UC-CHRISTUS y demostró un alto nivel de satisfacción entre los participantes. Futuros estudios deberían enfocarse en evaluar el impacto en situaciones clínicas reales y a largo plazo para validar estos hallazgos y optimizar la formación continua del personal de enfermería.

## Reconocimientos

### Contribuciones declaradas por los autores:

**Sofía Rivera-González y Catalina Vidal-Olate:** Conceptualización Y Metodología.

**Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses y María Pía Bravo-Bertoglio:** Investigación.

**Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses, María Pía Bravo-Bertoglio, Carlos Basaure-Verdejo, Catalina Vidal-Olate:** Análisis Formal

**Sofía Rivera-González y Catalina Vidal-Olate:** Escritura – Borrador Original

**Francisca Seydewitz-Osses y Carlos Basaure-Verdejo:** Escritura – Revisión y Edición.

**Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses, María Pía Bravo-Bertoglio, Carlos Basaure-Verdejo, Catalina Vidal-Olate:** Revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.

**Conflictos de interés:** No existen conflictos de interés declarados por los autores de este estudio.

**Fuentes de financiamiento:** Este proyecto fue financiado parcialmente por la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con la adjudicación de los fondos concursables para becados-residentes código PB 51-24.

## Agradecimientos

Como equipo de investigación queremos además expresar nuestro agradecimiento a todos los equipos de enfermería que participaron en esta investigación. Su dedicación, profesionalismo y disposición para colaborar han sido fundamentales para el desarrollo de este estudio.

## Referencias

Adhikari S, Schmier C & Marx J. (2015). Focused simulation training: emergency department nurses' confidence and comfort level in performing ultrasound-guided vascular access. *The Journal of Vascular Access* **16** (6), 515–520. <https://doi.org/10.5301/jva.5000436>

Alexandrou E, Ray-Barruel G, Carr PJ, Frost S, Inwood S, Higgins N, Lin F, Alberto L, Mermel L & Rickard CM. (2015). International prevalence of the use of peripheral intravenous catheters. *Journal of Hospital Medicine* **10**, 530–533. <https://doi.org/10.1002/jhm.2389>

Amick AE, Feinsmith SE, Davis EM, Sell J, Macdonald V, Trinquero P, Moore AG, Gappmeier V, Colton K, Cunningham A, Ford W, Feinglass J & Barsuk JH. (2022). Simulation-based mastery learning improves ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion skills of practicing nurses. *Simulation in Healthcare* **17**, 7–14. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000545>

Bahl A, Johnson S, Alsbrooks K, Mares A, Gala S & Hoerauf K. (2023). Defining difficult intravenous access (DIVA): a systematic review. *The Journal of Vascular Access* **24**, 904–910. <https://doi.org/10.1177/11297298211059648>

Bauman M, Braude D & Crandall C. (2009). Ultrasound-guidance vs. standard technique in difficult vascular access patients by ED technicians. *The American Journal of Emergency Medicine* **27** (2), 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.02.005>

- Brannam L, Blaivas M, Lyon M & Flake M. (2004). Emergency nurses' utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients. *Academic Emergency Medicine* **11** (12), 1361–1363. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2004.08.027>
- Bridey C, Thilly N, Lefevre T, Maire-Richard A, Morel M, Levy B, Girerd N & Kimmoun A. (2018). Ultrasound-guided versus landmark approach for peripheral intravenous access by critical care nurses: a randomised controlled study. *BMJ Open* **8** (6), e020220. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020220>
- Cancer Nurses Society of Australia. (2024). *CNSA Vascular Access Devices: Evidence-Based Clinical Practice Guidelines*. Disponible en: <https://www.cnsa.org.au/practiceresources/vascular-access-guidelines/patients-with-diva> Consultado el 1 octubre 2024.
- Chinnock B, Thornton S & Hendey GW. (2007). Predictors of success in nurse-performed ultrasound-guided cannulation. *The Journal of Emergency Medicine* **33** (4), 401–405. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.02.027>
- Crowley M, Brim C, Proehl J, Barnason S, Leviner S, Lindauer C, Naccarato M, Storer A, Williams J & Papa A. (2012). Emergency nursing resource: difficult intravenous access. *Journal of Emergency Nursing* **38**, 335–343. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2012.05.010>
- Edwards C & Jones J. (2018). Development and implementation of an ultrasound-guided peripheral intravenous catheter program for emergency nurses. *Journal of Emergency Nursing* **44** (1), 33–36. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2017.07.009>
- Fields JM, Piela NE, Au AK & Ku BS. (2014). Risk factors associated with difficult venous access in adult ED patients. *The American Journal of Emergency Medicine* **32**. (10), 1179–1182. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.07.008>
- Jacobson AF & Winslow EH. (2005). Variables influencing intravenous catheter insertion difficulty and failure: an analysis of 339 intravenous catheter insertions. *Heart & Lung* **34**, 345–359. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2005.04.002>
- Jørgensen R, Laursen CB, Konge L & Pietersen PI. (2021). Education in the placement of ultrasound-guided peripheral venous catheters: a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **29** (1), 83. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00897-z>
- Jung CF, Breaud AH, Sheng AY, Byrne MW, Muruganandan KM, Dhanani M & Leo MM. (2016). Delphi method validation of a procedural performance checklist for insertion of an ultrasound-guided peripheral intravenous catheter. *The American Journal of Emergency Medicine* **34** (11), 2227–2230. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.08.006>
- Little A, Jones DG & Alsbrooks K. (2022). A narrative review of historic and current approaches for patients with difficult venous access: considerations for the emergency department. *Expert Review of Medical Devices* **19**, 441–449. <https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2095904>
- Martin JA, Regehr G, Reznick R, Macrae H, Murnaghan J, Hutchison C & Brown M. (1997). Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery* **84** (2), 273–278. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1997.02502.x>
- Millington SJ, Hendin A, Shiloh AL & Koenig S. (2020). Better With Ultrasound: Peripheral Intravenous Catheter Insertion. *Chest* **157**(2), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.04.139>
- Moore C. (2013). An emergency department nurse-driven ultrasound-guided peripheral intravenous line program. *Journal of the Association for Vascular Access* **18**, 45–51.
- Reichman EF. (2013). Chapter 48. Venipuncture and peripheral intravenous access. En *Emergency Medicine Procedures*, 2ª ed. The McGraw-Hill Companies.
- Salleras-Duran L, Fuentes-Pumarola C, Bosch-Borràs N, Punset-Font X & Sampol-Granes FX. (2016). Ultrasound-guided peripheral venous catheterization in emergency services. *Journal of Emergency Nursing* **42** (4), 338–343. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2015.11.005>
- StataCorp. (2024). *Stata Statistical Software: Release 16*. College Station, TX: StataCorp LLC.
- Your Design Medical. (2024). *Ultrasound Guided IV Trainer Vascular Phantom Trainer*. Disponible en: <https://yourdesignmedical.com/collections/ultrasound-phantoms/products/ultrasound-guided-iv-trainer> Consultado el 1 octubre de 2024

## Errores en la técnica inhalatoria en pacientes con asma y EPOC en atención primaria

### Errors in inhalation technique in patients with asthma and COPD in primary care

Mauricio Reyes-Rojas<sup>1,\*</sup> , Cesar Vergara-Arce<sup>2</sup> 

#### Resumen

**Introducción:** El asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) son patologías respiratorias prevalentes, donde el correcto uso de inhaladores es clave para el control de los síntomas. Sin embargo, se ha reportado una alta frecuencia de errores críticos en la técnica inhalatoria, lo que impacta negativamente en la efectividad del tratamiento. Este estudio tiene como objetivo describir la frecuencia y los factores asociados a errores en la técnica inhalatoria en pacientes con asma y EPOC en atención primaria. **Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo analítico de corte transversal en pacientes mayores de 20 años con diagnóstico de asma o EPOC, controlados en un Centro de Salud Familiar (CESFAM). Se evaluó la técnica inhalatoria mediante una lista de cotejo basada en el “test de adhesión a los inhaladores”. Se analizaron variables sociodemográficas y clínicas, y se aplicó regresión logística multivariada para identificar factores asociados a la presencia de errores críticos. **Resultados:** Se incluyeron 222 pacientes (97 con asma, 125 con EPOC). Un 50,9% presentó al menos un error crítico, siendo más frecuente en pacientes con EPOC (59,2%) que en asmáticos (40,2%) ( $p < 0,001$ ). Los errores más comunes fueron “efectuar varias pulsaciones” (28,85%), “ausencia de apnea” (23,9%) e “inhalación demasiado rápida” (10,8%). Una mayor cantidad de inhaladores en EPOC, los años desde el diagnóstico y nivel educacional en asma se asociaron a menor probabilidad de cometer errores críticos. **Conclusiones:** Los errores en la técnica inhalatoria son frecuentes, especialmente en pacientes con EPOC. La educación continua podría mejorar la adherencia y efectividad del tratamiento.

**Palabras clave:** inhaladores; errores; EPOC; asma; atención primaria; tratamiento.

#### Abstract

**Introduction:** Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) are prevalent respiratory diseases, and proper inhaler use is key for symptom control. However, a high frequency of critical inhalation technique errors has been reported, negatively affecting treatment effectiveness. This study aims to describe the frequency and factors associated with inhalation technique errors in patients with asthma and COPD in primary care. **Methods:** A descriptive-analytical cross-sectional study was conducted on patients aged 20 years or older diagnosed with asthma or COPD, managed at a primary care center (CESFAM). The inhalation technique was assessed using a checklist based on the “Test of Adherence to Inhalers.” Sociodemographic and clinical variables were analyzed, and multivariate logistic regression was applied to identify factors associated with the presence of critical errors. **Results:** A total of 222 patients were included (97 with asthma and 125 with COPD). Of these, 50.9% presented at least one critical error, with higher frequency in COPD patients (59.2%) compared to asthma patients (40.2%) ( $p < 0.001$ ). The most common errors were “multiple actuations” (28.85%), “absence of breath-holding” (23.9%), and “rapid inhalation” (10.8%). A higher number of inhalers in COPD patients and the years since diagnosis and educational level in asthma patients were associated with a lower likelihood of making critical errors. **Conclusions:** Inhalation technique errors are common, especially in COPD patients. Ongoing education could improve adherence and treatment effectiveness.

**Keywords:** inhalers; errors; COPD; asthma; primary care; treatment.

Fecha de envío: 2025-02-15 - Fecha de aceptación: 2025-06-12

#### Introducción

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el asma se consideran entre las enfermedades respiratorias crónicas más relevantes debido al alto número de personas que las padecen.

Se estima que la prevalencia global de la EPOC en personas mayores de 40 años es del 12,64% (Al Wachami *et al.*, 2024). Para el año 2050, se proyecta un aumento del 23%, alcanzando los

(1) Escuela de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago. Chile.

(2) Centro de Salud Familiar Mario Salcedo. El Bosque. Santiago. Chile.

\*Autor de correspondencia: [mreyes@ucsh.cl](mailto:mreyes@ucsh.cl)



600 millones de personas afectadas en todo el mundo (Boers *et al.*, 2023). Además, la EPOC se posiciona como la tercera causa de muerte a nivel mundial (Szalontai *et al.*, 2021).

Por otro lado, la prevalencia de asma corresponde a un 9,1 % en niños, 11 % en adolescentes y 6,6 % en adultos (Yuan *et al.*, 2025), lo que equivale a aproximadamente 300 millones de personas afectadas a nivel mundial (Global Initiative for Asthma, 2024). Esta alta prevalencia varía considerablemente según la región geográfica en la que se estudie (Dharmage *et al.*, 2019).

En ambas enfermedades el componente farmacológico es fundamental para el alivio o control de los síntomas. Contempla la utilización de medicamentos administrados vía inhalatoria, ya sea a través de la utilización de inhaladores de dosis medida (IDM) o polvo seco (Miravittles *et al.*, 2021; GOLD, 2025). Para obtener el efecto terapéutico deseado es necesario que el paciente sea capaz de seguir una serie de pasos los cuales determinan la correcta administración del fármaco. Algunas sociedades recomiendan evaluar la técnica inhalatoria siempre, dado que una mala técnica es factor de riesgo para un mal control de la patología o riesgo de exacerbación (Global Initiative for Asthma, 2024).

La correcta aplicación de la inhalación es fundamental para el control del asma y la EPOC. Diversos estudios, basados en cuestionarios y otras metodologías, han demostrado que la presencia de errores críticos en el uso de inhaladores se asocia con un peor control de la enfermedad. En contraste, la reducción de estos errores a lo largo del tiempo se ha relacionado con mejoras en el control de la patología, la disminución de exacerbaciones y una mejor calidad de vida (Kocks *et al.*, 2018).

Además, cabe destacar que el estudio de los errores en la técnica inhalatoria sigue siendo una temática vigente, considerando que en las últimas décadas a través de la revisión de los estudios se ha demostrado que se mantiene constante la alta tasa de errores en pacientes con asma y EPOC (Sanchis *et al.*, 2016).

Se ha documentado que pacientes con exacerbación aguda de EPOC en el contexto hospitalario presentan buena técnica inhalatoria utilizando el IDM solo en un 22,7% (Ngo *et al.*, 2019). En el ámbito comunitario pacientes con asma y EPOC muestran al menos un error en la técnica inhalatoria ya sea utilizando inhaladores de polvo seco o IDM en un 87% (Castel-Branco *et al.*, 2017). Para el caso del asma en pacientes adultos la tasa de error sobrepasa el 90% en algunos reportes (Manríquez *et al.*, 2015). Estos datos subrayan la magnitud del problema y la importancia de implementar intervenciones dirigidas a reducir los errores en el uso de inhaladores.

Existen reportes a nivel nacional (Sotomayor *et al.*, 2001; Cabrera *et al.*, 2023) que abordan esta temática, la cual se mantiene vigente a la luz de los antecedentes revisados anteriormente. Sin embargo, son escasos los estudios que se enfocan en el ámbito de la atención primaria (Manríquez *et al.*, 2015).

El objetivo de este estudio fue describir frecuencia y factores asociados a los errores en la técnica inhalatoria de pacientes pertenecientes a un establecimiento de atención primaria que tuviesen diagnóstico de asma o EPOC.

## Materiales y Método

Se realizó un estudio descriptivo analítico de corte transversal. Participaron pacientes de 20 años o más, diagnosticados con asma o EPOC, pertenecientes a la población bajo control de sala ERA del CESFAM Canciller Orlando Letelier. Estos debían ser responsables de su propio tratamiento inhalatorio y solo utilizar IDM.

Se recopilaron antecedentes para caracterizar a la población del estudio a partir del registro clínico electrónico (RAYEN) y mediante consulta directa al usuario. Los datos obtenidos incluyeron edad (en años), sexo, nivel educacional (años de estudio completados), tiempo desde el diagnóstico (en años), nivel de control de la patología respiratoria según las guías del Ministerio de Salud de Chile (para asma: totalmente controlado, parcialmente controlado o no controlado; para EPOC: controlado o no controlado) (MINSAL, 2013a; MINSAL 2013b), presencia de comorbilidades y número de fármacos utilizados, considerando polifarmacia el consumo de cinco o más principios activos.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico del Servicio de Salud Metropolitano Sur (código 63 - 14072022). Los datos fueron recopilados durante el "control de crónico" ya sea con médico o kinesiólogo previa firma de consentimiento informado.

Para la obtención de los datos relacionados con los errores cometidos durante la técnica inhalatoria, se solicitó a los participantes que realizaran una demostración con su IDM. Se comparó la técnica inhalatoria demostrada con una lista de cotejo en la cual se dejaba registro de cuáles eran los pasos que no realizaban.

Dada la importancia de cumplir con todos los pasos para asegurar una correcta administración del medicamento, cada uno de los errores incluidos en la pauta son considerados "errores críticos". Un mismo participante podía presentar más de un error crítico en la técnica inhalatoria.

La lista de cotejo utilizada es la incluida en el "test de adhesión a los inhaladores" (Plaza *et al.*, 2016) a la cual se le agregó un error adicional el cual corresponde a "no utilizar aerocámara" durante la maniobra.

La elección de la lista de cotejo para la comparación se fundamentó principalmente por la experiencia en el uso y aplicación de parte del equipo investigador.

El análisis de datos fue realizado utilizando el programa estadístico STATA 17 (USA), las variables ordinales fueron codificadas numéricamente. Los datos fueron tabulados utilizando el programa Microsoft Excel.

Para la comparación de datos, se utilizaron pruebas t de Student o Chi<sup>2</sup>, según las características de las variables analizadas. Estas pruebas se aplicaron tanto al grupo global como a los subgrupos de asma y EPOC. Las medidas descriptivas de las variables numéricas se expresaron en media y desviación estándar. En el caso de variables dicotómicas, se presentaron como porcentaje.

Se realizó un test de regresión logística multivariada para evaluar el supuesto de *odds* proporcionales buscando elementos predictores de la presencia o ausencia de error crítico durante la técnica inhalatoria, siendo esta la variable dependiente. Los resultados de esta prueba se expresaron en términos de *odds ratio* y se determinó el nivel de significación estadística obtenido para diferentes variables.

## Resultados

En total se evaluaron 222 pacientes, 125 con diagnóstico de EPOC y 97 con asma. El 63,5% de la muestra correspondió al género femenino. Al comparar ambos grupos, se observó una diferencia estadísticamente significativa en la proporción de mujeres siendo mayor en los pacientes con asma (78,3%). En el grupo con EPOC 52% correspondió a pacientes de género femenino.

La edad promedio de los participantes fue de 63 años (SD 15,3). El grupo de pacientes asmáticos tiene menos edad, más años de escolaridad y utiliza un mayor número de inhaladores en comparación al grupo con EPOC, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Por otro lado, el grupo con EPOC presenta un mayor número de comorbilidades y número de medicamentos.

El nivel de control de la patología respiratoria en el grupo con asma corresponde a 9,3% "no controlado"; 16,5% "parcialmente controlado" y 74,2% "totalmente controlado". En EPOC 10,4% corresponde a "no controlados" y 89,6% "controlado".

La polifarmacia fue encontrada en un 60,8% de los pacientes con EPOC siendo mayor ( $p < 0,001$ ) en comparación al grupo de pacientes asmáticos (38,1%). La tabla 1 muestra en detalle de las características señaladas anteriormente.

**Tabla 1:** Características de la población de estudio.

Características	Media(DE) Asma (n:97)	Media(DE) EPOC (n:125)	Media(DE) General (n:222)
Edad	52,3(18,2)**	69,0(8,7)	63,0(15,3)
Años desde diagnóstico	12,2(10,4)**	7,6(7,4)	9,7(9,1)
Años de Escolaridad	10,1(3,8)**	7,6(3,6)	8,6(3,9)
Número de inhaladores	2(0,6)*	1,8(0,7)	1,9(0,6)
Número de medicamentos	3,1(2,7)	4,1(2,5)**	3,7(2,7)
Número de comorbilidades	1,8(1,3)	2,3(1,2)*	2(1,3)

DE: desviación estándar; \*\*  $p < 0,001$ ; \*  $p < 0,01$ .

## Frecuencia y tipo de errores críticos cometidos

En general, un 50,9% presentó, a lo menos, un error considerado crítico en la realización de la técnica inhalatoria. Los pacientes asmáticos presentan un error crítico durante la realización de la

técnica inhalatoria en un 40,2%. Los pacientes con diagnóstico de EPOC evidencian en un 59,2% la presencia de error crítico en la técnica inhalatoria siendo mayor en comparación a los pacientes asmáticos ( $p < 0,001$ ). El detalle se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2:** Frecuencia de error en totalidad de pacientes y separados por patología.

Presencia de error	Asma	EPOC	Total pacientes
No	58	51	109
Sí	39 (40,2%)	74 (59,2%)*	113 (50,9%)
Total	97	125	222

Número de pacientes que comete error crítico en valor total y porcentaje,  $p < 0,001$

Profundizando en los errores críticos que se cometen durante la técnica inhalatoria. En general lo más frecuente es “efectuar varias pulsaciones” durante la inhalación, la “ausencia de apnea” y una “inhalación demasiado rápida” mostrando frecuencias de un 28,85%, 23,9% y 10,8%, respectivamente.

Los pacientes con diagnóstico de asma entre sus principales errores críticos evidencian el “efectuar varias pulsaciones” y la

“ausencia de apnea” ambas con un 18,6%. La “inhalación demasiado rápida” representa un 10,3%. Los pacientes con EPOC muestran los mismos tres errores, siendo “efectuar varias pulsaciones” el de mayor predominancia con un 36,8% mostrando una diferencia significativa mayor en comparación a los asmáticos ( $p < 0,001$ ). Le sigue la “ausencia de apnea” con un 28% y la “inhalación demasiado rápida” con un 11,2%. La frecuencia de los errores según su tipo se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3:** Tipo de error en la técnica inhalatoria.

Tipo de error	Asma (n= 97)	EPOC (n=125)	Total pacientes (n=222)
No retirar tapa	0 (0%)	2 (1,6%)	2 (0,9%)
No sostiene el inhalador en posición vertical	6 (6,2%)	5 (4%)	11 (4,96%)
Efectúa la pulsación antes de la Inhalación	6 (6,2%)	13 (10,4%)	19 (8,56%)
Interrumpe la inhalación	4 (4,1%)	8 (6,4%)	12 (5,41%)
Inhalación demasiado rápida	10 (10,3%)	14 (11,2%)	24 (10,8%)
Inserta incorrectamente el IDM en la cámara	2 (2,1%)	5 (4%)	7 (3,15%)
Efectúa varias pulsaciones del IDM	18 (18,6%)	46 (36,8%)	64 (28,85%)
Ausencia de apnea	18 (18,6%)	35 (28%)	53 (23,9%)
Tos durante inhalación	1 (1%)	4 (3,2%)	5 (2,25%)
No usar aerocámara	1 (1%)	3 (2,4%)	4 (1,80%)
No agitar inhalador	1 (1%)	0 (0%)	1 (0,45%)

Frecuencia de error expresada en valores totales y porcentaje de aparición.

### Factores asociados a la técnica inhalatoria

Del análisis de regresión logística multivariada para la totalidad de los pacientes en donde la variable dependiente fue la presencia de, al menos, un error en la técnica inhalatoria y las variables independientes el diagnóstico (asma o EPOC), edad, años desde el diagnóstico, número de inhaladores, número de medicamentos y comorbilidades. Se encontró que los pacientes con EPOC tienen un *odds ratio* 1,67 veces mayor de cometer errores críticos en la técnica de inhalación en comparación con los pacientes asmáticos ( $p = 0,029$ ). Las demás variables no mostraron asociaciones significativas en el modelo.

Luego, se realizó el mismo análisis para asma y EPOC por separado evaluando los factores asociados con la probabilidad de no cometer errores críticos. Se calculó las razones de probabilidades (OR), sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%), y los valores de significancia estadística (valor  $p$ ). Para el modelo de los pacientes con EPOC, el número de inhaladores distintos que utilizan los pacientes fue la única variable significativa ( $p = 0,009$ ; OR = 2,17 (1,21 – 3,90). Cada inhalador adicional aumenta en un 117% la probabilidad de no cometer errores críticos para este grupo de

pacientes. Edad, años desde el diagnóstico, nivel de control, años de escolaridad, número de medicamentos, polifarmacia y número de comorbilidades resultaron variables no significativas.

Por último, en el modelo para pacientes con asma se encontró que los “Años desde el diagnóstico” se asocian significativamente con una mayor probabilidad de no cometer errores críticos ( $p = 0,022$ ; OR = 1,07; IC 95%: 1,01–1,13), lo que indica que, por cada año adicional desde el diagnóstico, esta probabilidad aumenta en un 7%. También los “años de escolaridad” ( $p = 0,046$ ; OR = 1,16 (1,00 – 1,34) resultaron relevantes dado que, por cada año adicional de educación, aumenta en un 16% la probabilidad de no cometer errores críticos. Edad, nivel de control, número de inhaladores y medicamentos, polifarmacia y número de comorbilidades fueron variables no significativas.

### Discusión

En el estudio nacional de Sotomayor *et al* (2001) se evaluaron 68 pacientes adultos del Servicio de Enfermedades Respiratorias de un hospital terciario chileno (edad 17-82 años, media  $47,7 \pm 14,7$  años; 63,2 % mujeres; 92,7 % alfabetización básica) junto con 30

médicos y 30 enfermeras. Destaca que el 60,3 % de los pacientes nunca había recibido instrucción formal. Este estudio identificó varios errores frecuentes en la técnica inhalatoria de los pacientes, entre ellos: esperar menos de 30 a 60 segundos entre el primer y segundo puff (85,3%), no inhalar lentamente (50%), no inclinar la cabeza hacia atrás (47,1%), no mantener apnea post inhalación (41,2%), no espirar antes de inhalar (39,7%) y administrar dos o más puff consecutivos (36,8%). Varios de estos errores coinciden con los observados en nuestra investigación, aunque en un mayor porcentaje. Una revisión sistemática que evaluó los errores en el uso de inhaladores en pacientes con asma y EPOC en conjunto identificó la “ausencia de apnea” como uno de los tres errores más comunes al utilizar IDM, con una prevalencia que varía entre 46,7% y 76,7% (Chrystyn *et al.*, 2017). Aunque en nuestro estudio este error se presentó en menor magnitud, coincidió con ser uno de los más habituales.

En nuestra investigación, el 40,2% de los pacientes asmáticos presentó, al menos, un error crítico en la técnica inhalatoria, una cifra considerablemente menor al 84,63% reportado en otro estudio, el cual además identificó como errores más frecuentes “efectuar varias pulsaciones”, “pulsar antes de la inhalación” y “realizar una inhalación demasiado rápida” (Ramírez *et al.*, 2021). De manera similar, un estudio realizado en Rumania con pacientes asmáticos no controlados y parcialmente controlados señaló que los errores más prevalentes al utilizar el IDM fueron la “ausencia de apnea” y la “inspiración rápida” (Munteanu *et al.*, 2019). A nivel nacional, Manríquez *et al.* (2015) estudiaron 263 asmáticos en atención ambulatoria de la Región de Valparaíso: 135 pediátricos (5-18 años) y 128 adultos (19-90 años); 44,1 % varones. Todos habían sido entrenados previamente por profesionales sanitarios y utilizaban IDM con aerocámara como parte de su manejo de al menos un año de evolución, aunque el artículo no detalla nivel educacional formal. En el grupo pediátrico predominó la franja 13-18 años (47 % del subgrupo), mientras que en adultos la mayor concentración se dio entre 61-75 años (40 %). En este estudio se encontró que los errores más comunes en estos pacientes fueron la “no realización de apnea” (46%), “efectuar varias pulsaciones” (28%) e “inhalar demasiado rápido” (10,6%). Estas investigaciones muestran resultados consistentes con los nuestros en cuanto al tipo de error y su frecuencia. Aunque la magnitud de los porcentajes varía entre estudios, los errores críticos descritos coinciden con los más comúnmente identificados en nuestra investigación.

Ramírez *et al.* (2021) reportó que el 64,63% de los pacientes con EPOC presentó al menos un error crítico en la técnica inhalatoria, siendo los más frecuentes la “ausencia de apnea”, “no sostener el inhalador en posición vertical”, la “inhalación demasiado rápida” y “efectuar varias pulsaciones”. Estos hallazgos son consistentes con

los nuestros, ya que la “ausencia de apnea” es el error más común en ambos estudios, mientras que la “inhalación demasiado rápida” y “efectuar varias pulsaciones” también se encuentran entre los errores más frecuentes.

Asimismo, una revisión sistemática que evaluó los errores más comunes en pacientes con EPOC al utilizar IDM, identificó como principales fallos: exhalar completamente fuera de la aerocámara (65,5%), no mantener la respiración durante 5-10 segundos (41,9%), no inhalar lenta y profundamente (39,4%), no exhalar después de la inhalación (35,9%) y no agitar el inhalador antes de su uso (34,2%) (Cho-Reyes *et al.*, 2019). Dos de los tres errores más prevalentes en nuestro estudio coinciden con los reportados en esta revisión.

En nuestro estudio en el grupo de pacientes con EPOC, se identificó que el número de inhaladores utilizados es un factor determinante, lo que sugiere que una mayor familiaridad con distintos dispositivos podría contribuir a un mejor desempeño. En pacientes con asma, tanto la experiencia con la enfermedad (años desde el diagnóstico) como el nivel educativo podrían jugar un papel relevante en la correcta técnica de inhalación. En ambos modelos, factores como la edad, polifarmacia y número de comorbilidades no mostraron significancia estadística.

Una revisión sistemática que revisó 114 estudios encontró que 41 de estos exploró las características de los pacientes como determinantes de los errores en la técnica inhalatoria (Usmani *et al.*, 2018). En esta se señala que los resultados son disímiles en los estudios explorando diversas variables. Por ejemplo, la edad solo en 11 de 33 estudios tiene relevancia como factor predictor de error, el género no presenta resultados concluyentes, 10 de 22 estudios encontraron asociación entre nivel educacional y cantidad de errores siendo esta característica similar a nuestro estudio y 3 estudios presentan resultados no concluyentes entre la presencia de error y el número de inhaladores a diferencia de lo encontrado en nuestro reporte en donde este factor disminuye la presencia de error.

## Conclusión

Los pacientes con diagnóstico de asma y EPOC presentan una alta frecuencia de errores durante la técnica inhalatoria. Pacientes con EPOC tienen mayor riesgo de cometer errores críticos. Sin embargo, en este grupo, el uso de más inhaladores se asoció con una menor probabilidad de errores. En los pacientes con asma, más años desde el diagnóstico y mayor escolaridad aumentaron la probabilidad de un uso correcto del inhalador. Estos hallazgos, junto con la evidencia de Sotomayor *et al.* (2001) y Manríquez *et al.* (2015) confirman que la educación estructurada y continua es una estrategia necesaria para reducir los errores críticos y optimizar el control del asma y la EPOC.

## Reconocimientos

## Fuentes de financiamiento

Este estudio no cuenta con fuentes de financiamiento

## Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

## Contribuciones de los autores según CRediT

**Mauricio Reyes-Rojas:** Conceptualización, Escritura – Borrador Original, Escritura – Revisión y Edición. **Cesar Vergara-Arce:** Supervisión, Análisis Estadístico, Revisión y Edición.

## Referencias

Al Wachami N, Guennouni M, Iderdar Y, Boumendil K, Arraji M, Mourajid Y, & Chahboune M. (2024). Estimating the global prevalence of chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* **24**(1), 297. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17686-9>

Boers E, Barrett M, Su JG, Benjafield A V, Sinha S, Kaye L, & Malhotra, A. (2023). Global burden of chronic obstructive pulmonary disease through 2050. *JAMA Network Open* **6**(12), e2346598-e2346598. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.46598>

Cabrera O, Arancibia F, Freire F, Villarroel R, Contador M, Cavada C, & Olave C. (2023). Evaluación e impacto de la educación de la técnica inhalatoria en pacientes adultos que usan inhalador de dosis medida. *Respirar* **15**(2), 4-4. <https://doi.org/10.55720/respirar.15.2.4>

Castel-Branco MM, Fontes A, & Figueiredo IV. (2017). Identification of inhaler technique errors with a routine procedure in Portuguese community pharmacy. *Pharmacy Practice (Granada)* **15**(4). <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2017.04.1072>

Cho-Reyes S, Celli BR, Dembek C, Yeh K, & Navaie M. (2019). Inhalation technique errors with metered-dose inhalers among patients with obstructive lung diseases: a systematic review and meta-analysis of US studies. *Chronic obstructive pulmonary diseases (Miami, Fla.)* **6**(3), 267–280. <https://doi.org/10.15326/jcopdf.6.3.2018.0168>

Chrystyn H, van der Palen J, Sharma R, Barnes N, Delafont B, Mahajan A, & Thomas M. (2017). Device errors in asthma and COPD: systematic literature review and meta-analysis. *NPJ primary care respiratory medicine* **27**(1), 22. <https://doi.org/10.1038/s41533-017-0016-z>

Dharmage SC, Perret JL, & Custovic A. (2019). Epidemiology of asthma in children and adults. *Frontiers in pediatrics* **7**, 246. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00246>

Global Initiative for Asthma. (2024) Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2024. Updated May 2024. Disponible en: <https://ginasthma.org/2024-report/> Consultado el 10 de junio de 2025.

GOLD (2025). *Global Strategy for Prevention, Diagnosis and Management of COPD: 2025 Report*. Disponible en: <https://goldcopd.org/2025-gold-report/> Consultado el 10 de junio de 2025.

Kocks JW, Chrystyn H, Van Der Palen J, Thomas M, Yates L, Landis SH, & Molimard M. (2018). Systematic review of association between critical errors in inhalation and health outcomes in asthma and COPD. *NPJ primary care respiratory medicine* **28**(1), 43. <https://doi.org/10.1038/s41533-018-0110-x>

Manríquez P, Acuña AM, Muñoz L, & Reyes A. (2015). Estudio sobre la técnica inhalatoria en pacientes asmáticos: diferencias entre pacientes pediátricos y adultos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* **41**, 405-409. <https://doi.org/10.1590/S1806-3713201500000014>

MINSAL (2013a). *Guía Clínica Asma Bronquial del Adulto*. Disponible en [https://diprece.minsal.cl/wrdprss\\_minsal/wp-content/uploads/2014/12/Asma-Bronquial-Adultos.pdf](https://diprece.minsal.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2014/12/Asma-Bronquial-Adultos.pdf) Consultado el 19 de junio de 2025.

MINSAL (2013b). *Guía Clínica Enfermedad Pulmonar Obstruiva Crónica de tratamiento ambulatorio*. Disponible en [https://www.superdesalud.gob.cl/difusion/572/articles-655\\_recurso\\_1.pdf](https://www.superdesalud.gob.cl/difusion/572/articles-655_recurso_1.pdf) Consultado el 10 de junio de 2025.

Miravittles M, Calle M, Molina J, Almagro P, Gómez J, Trigueros J. et al. (2022) Actualización 2021 de la Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Tratamiento farmacológico de la EPOC estable. *Archivos de Bronconeumología* **58**, 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2021.03.005>.

Munteanu LA, Fildan AP, Tudorache E, Fira-Mladinescu O, Frandes M, Timar B, ... & Tofolean DE. (2019). Inhaler technique errors in Romanian patients with asthma—a multicenter study. *Patient preference and adherence* **13**, 1401–1414. <https://doi.org/10.2147/PPA.S2097171401-1414>.

- Ngo CQ, Phan DM, Vu GV, Dao PN, Phan PT, Ch HT, & Ho RC. (2019). Inhaler technique and adherence to inhaled medications among patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Vietnam. *International journal of environmental research and public health* **16**(2), 185. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020185>
- Plaza V, Fernández-Rodríguez C, Melero C, Cosío BG, Entrenas LM, De Llano L P, & TAI Study Group. (2016). Validation of the 'Test of the Adherence to Inhalers' (TAI) for asthma and COPD patients. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*, *29*(2), 142-152. <https://doi.org/10.1089/jamp.2015.1212>
- Ramírez BLS, Paladines RAH, & Merino MFL. (2021). Nivel de adhesión y prevalencia a inhaladores en pacientes ambulatorios con asma y Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Revista Médica-Científica CAMBIOS HECAM* **20**(1), 74-79. <https://doi.org/10.36015/cambios.v20.n1.2021.631>
- Sanchis J, Gich I, Pedersen S, & Team ADMI. (2016). Systematic review of errors in inhaler use: has patient technique improved over time?. *Chest* **150**(2), 394-406. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.03.041>
- Sotomayor H, Vera A, Naveas R, & Sotomayor C. (2001). Evaluación de las técnicas y errores en el uso de los inhaladores de dosis medida en el paciente adulto. *Revista médica de Chile* **129**(4), 413-420. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872001000400010>
- Szalontai K, Gémes N, Furák J, Varga T, Neuperger P, Balog JÁ, & Szebeni GJ. (2021). Chronic obstructive pulmonary disease: epidemiology, biomarkers, and paving the way to lung cancer. *Journal of clinical medicine* **10**(13), 2889. <https://doi.org/10.3390/jcm10132889>
- Usmani OS, Lavorini F, Marshall J, Dunlop WCN, Heron L, Farrington E, & Dekhuijzen R. (2018). Critical inhaler errors in asthma and COPD: a systematic review of impact on health outcomes. *Respiratory research* **19** (1), 10. <https://doi.org/10.1186/s12931-017-0710-y>
- Yuan L, Tao J, Wang J, She W, Zou Y, Li R, ... & Zhang M. (2025). Global, regional, national burden of asthma from 1990 to 2021, with projections of incidence to 2050: a systematic analysis of the global burden of disease study 2021. *EClinicalMedicine* **80**, 103051. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.103051>

## Intoxicación por litio: una indicación no renal de hemodiálisis

### Lithium Poisoning, a non-renal hemodialysis indication

Álvaro Medina-Pedraza<sup>1,\*</sup>, Rodrigo Tagle-Vargas<sup>2</sup>

#### Resumen

Reportamos el caso de una paciente de sexo femenino de 70 años que ingresa al hospital por síntomas neurológicos asociados a intoxicación por litio con una litemia de 2,6 mEq/L. La paciente pese a la suspensión del fármaco e infusión de cristaloides persistió con temblor, somnolencia y desorientación por lo que finalmente se optó por la terapia extracorpórea, hemodiálisis intermitente, para remover el litio del organismo y sus compartimentos.

**Palabras clave:** litio; hemodiálisis; temblor; bradicardia; demencia; hiperreflexia.

#### Abstract

We report the case of a 70-year-old female patient who was admitted to the hospital due to neurological symptoms associated with lithium poisoning, with lithium levels of 2.6 mEq/L. The patient, despite the suspension of the drug and infusion of crystalloids, persisted with tremors, drowsiness, and disorientation, so extracorporeal therapy, intermittent hemodialysis, was finally chosen to remove lithium from the body and its compartments.

**Keywords:** lithium; hemodialysis; tremor; bradycardia; dementia; hyperreflexia.

Fecha de envío: 2024-10-09 - Fecha de aceptación: 2025-04-28

#### Introducción

El carbonato de litio es ampliamente utilizado en el tratamiento del trastorno bipolar por su eficacia como estabilizador del ánimo (Berk *et al.*, 2017; Yatham *et al.*, 2018), su presentación de efectos adversos e intoxicación puede ser un reto para urgenciólogos y médicos internistas debido a sus estrechos niveles terapéuticos de entre 0,8 a 1,2 mEq/L y a su variedad de síntomas (Malhi & Berk, 2012). La intoxicación aguda por litio se manifiesta con síntomas como náuseas, vómitos, diarrea, síntomas neurológicos que incluyen bradipsiquia, temblores, rigidez, ataxia, excitabilidad neuromuscular y manifestaciones graves como convulsiones, arritmias, compromiso de conciencia, estado epiléptico no convulsivo e incluso cuadros que simulan una demencia subaguda (Alexander *et al.*, 2008; Grünfeld & Rossier, 2009).

#### Caso clínico

Presentamos el caso de una paciente de 70 años con antecedentes de trastorno bipolar, que ha estado utilizando carbonato de litio

durante más de 20 años, actualmente en dosis de 300 mg dos veces al día. Tiene una historia de una semana de náuseas, vómitos y diarrea sin elementos patológicos, a lo que los familiares notaron enlentecimiento del habla y temblores los días previos al ingreso hospitalario. Se presentó al servicio de urgencias con signos de hipovolemia, normotensa con buena perfusión clínica y al examen físico presentó temblor de reposo en ambas manos, bradipsiquia, bradilalia, bradicardia, inatención e hiperreflexia a la estimulación del reflejo patelar. Los exámenes de admisión revelaron un nivel de litio de 2,6 mEq/L, creatinina de 1,23 mg/dL, con una creatinina basal previamente conocida de 0,68 mg/dL, nitrógeno ureico en sangre (BUN) de 32 mg/dL y un electrocardiograma que mostró bradicardia sinusal, con un intervalo QT adecuado, electrolitos y calcemia normal. Se manejó suspendiendo el fármaco y aportando solución salina al 0,9% 2000 mL, lo que llevó a una disminución del BUN a 15 mg/dL y de la creatinina a 1 mg/dL, con niveles de litio de 2,1 mEq/L al control a las 12 horas. Sin embargo, debido a la persistencia de los síntomas neurológicos previamente descritos, fue evaluada por el equipo de neurología, quienes indicaron resonancia magnética

(1) Departamento de Medicina Interna. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(2) Departamento de Nefrología. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

\* autor de correspondencia: [alvaromedin92@gmail.com](mailto:alvaromedin92@gmail.com)



cerebral y estudio de demencia, que no mostraron anomalías. Dada la ausencia de fiebre y de parámetros inflamatorios elevados, no se consideró necesario el análisis del líquido cefalorraquídeo. Finalmente, debido al compromiso neurológico persistente, se tomó la decisión de instalar un catéter venoso central e iniciar hemodiálisis convencional para depurar el litio del organismo.

Después de seis sesiones de hemodiálisis convencional, los niveles de litio estaban en 0,14 mEq/L, y hubo una notable mejoría en los síntomas neurológicos. La paciente fue dada de alta una semana después del ingreso con un plan de seguimiento ambulatorio con su psiquiatra para la elección de otro estabilizador del ánimo, su nivel de litio al alta fue de 0,14 mEq/L (Tabla 1).

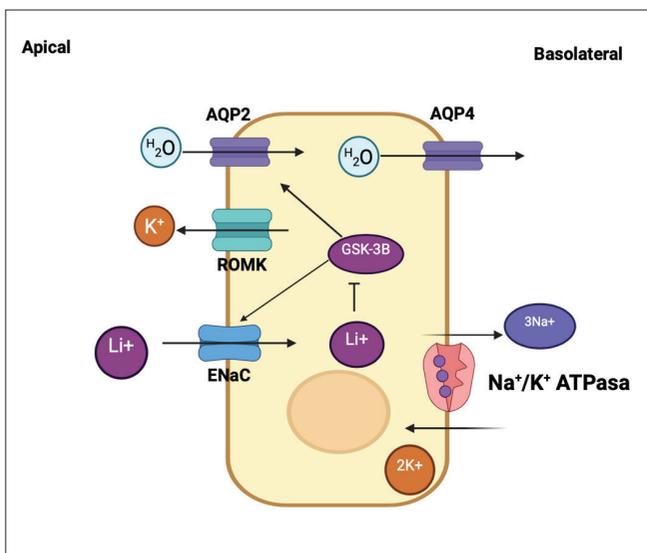
**Tabla 1:** niveles de litio de la paciente.

	Servicio de urgencia	Suspensión de carbonato de litio	Luego de 1ra hemodiálisis (HD)	Luego de 3ra HD	Al alta
Niveles de litio	<b>2,6 mEq/L</b>	<b>2,1 mEq/L</b>	<b>1,25 mEq/L</b>	<b>0,45 mEq/L</b>	<b>0,14 mEq/L</b>
Creatinina sérica	<b>1,23 mg/dL</b>	<b>1,1 mg/dL</b>	<b>1,1 mg/dL</b>	<b>0,6 mg/dL</b>	<b>0,6 mg/dL</b>

**Discusión**

El litio es un catión monovalente que se filtra libremente a través del glomérulo, con un 80% de reabsorción en el túbulo proximal (siguiendo los mecanismos de reabsorción de sodio), mientras que una pequeña proporción se reabsorbe en el túbulo colector en las células principales (Figura 1). En este segmento se reabsorbe vía el canal epitelial de sodio expresado en la membrana apical (ENaC), el cual tiene una afinidad por el litio que es el doble que por el sodio; sin embargo, a diferencia del sodio, tiene una baja afinidad por la ATPasa Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, impidiendo la salida del litio de la célula principal del túbulo colector, resultando en acumulación en el tejido renal y produciendo nefrotoxicidad entre otras manifestaciones (Grünfeld & Rossier, 2009).

La interpretación clínica del caso fue que la paciente presentó un síndrome diarreico agudo que condujo a hipovolemia e insuficiencia renal aguda. Al disminuir la tasa de filtración glomerular, el litio se acumuló en el organismo alcanzando niveles tóxicos que provocaron síntomas neurológicos. Adicionalmente, había iniciado recientemente olmesartán 40 mg/día en combinación con hidroclorotiazida 12,5 mg/día tres semanas antes como terapia anti hipertensiva. El uso de diuréticos puede conducir a una mayor reabsorción de electrolitos en el túbulo proximal, lo que también puede haber contribuido a una mayor reabsorción tubular de litio además la hipovolemia estimula el ENaC y con eso aumenta la capacidad de los segmentos distales de la nefrona para reabsorber litio. Este caso ilustra algunas de las manifestaciones neurológicas de la intoxicación por litio que pueden ser transitorias o en algunos casos más raros permanentes como en el síndrome SILENT (por sus siglas en inglés: *Syndrome of irreversible lithium-effectuated neurotoxicity*) (Farouji et al., 2023), que se define por persistencia de síntomas neurológicos por meses pese a la suspensión temprana del litio.



**Figura 1:** célula principal, túbulo colector. El litio atraviesa la membrana apical a través de ENaC, lo que impide la entrada de sodio. El litio, a diferencia del sodio, no es transportado desde la célula por la Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPasa; por lo tanto, se acumula intracelularmente, lo que lleva a la inhibición de GSK-3β. Esta enzima controla el transporte de agua a través de AQP2 y el transporte de sodio a través de ENaC. Abreviaturas: AQP2, acuaporina 2; AQP4, acuaporina 4; ENaC, canal de sodio epitelial; GSK-3β, glucógeno sintasa quinasa tipo 3β. (Grünfeld & Rossier, 2009). Figura de elaboración propia.

El litio al ser un catión monovalente con un bajo volumen de distribución (Tabla 2) que no se une a proteínas, es una sustancia fácilmente removible por terapias extracorpóreas, dichas propiedades fisicoquímicas permiten la utilidad de terapias como la hemodiálisis intermitente para disminuir rápidamente las concentraciones plasmáticas de litio en casos con compromiso vital como convulsiones, compromiso de conciencia o arritmias graves (Decker et al., 2015; Buckley et al., 2020) (Tabla 3). La terapia extracorpórea de elección es la hemodiálisis intermitente y sigue siendo la forma más efectiva y rápida de remover litio del organismo. Otras medidas como el uso de carbón activado no han demostrado utilidad (Okusa & Crystal, 1994).

**Tabla 2:** propiedades fisicoquímicas y toxico cinéticas del litio (Decker *et al.*, 2015).

Masa molecular	7 Dalton
Volumen de distribución	0,7 – 0,9 L/Kg
Unión a proteínas	0%
Biodisponibilidad oral	Liberación inmediata 98%-100% Liberación modificada 60%-90%
Concentración terapéutica en sangre	0,6-1,2 mEq/L
Vida media	12-27h
Factor de conversión	1 mmol/L = 1 mEq/L
Dosis tóxica (intoxicación aguda)	>1g elemental de litio

**Tabla 3:** indicaciones de terapia extracorpórea e indicaciones de suspensión según el grupo EXTRIP (*The extracorporeal treatments in poisoning workgroup*) (Decker *et al.*, 2015). [Li<sup>+</sup>] = concentraciones de litio.

<b>Recomendaciones grupo EXTRIP</b>
Terapia extracorpórea es recomendada
Si existe deterioro de función renal y [Li <sup>+</sup> ] > 4.0 mEq/L
Presencia de alteración en nivel de conciencia o arritmias graves
Terapia extracorpórea es sugerida
Si la [Li <sup>+</sup> ] es > 5.0 mEq/L
Si se espera que el tiempo para obtener una [Li <sup>+</sup> ] < 1,0 mEq/L con un manejo optimo sea > 36h
Cese de terapia extracorpórea es recomendada
Cuando la [Li <sup>+</sup> ] es < 1,0 mEq/L o existe mejoría clínica
Después de un mínimo de 6 horas de terapia extracorpórea si la [Li <sup>+</sup> ] no está disponible
Luego de la interrupción de terapia extracorpórea se deben hacer mediciones seriadas de [Li <sup>+</sup> ] las próximas 12h para determinar necesidad de nuevas sesiones de terapia extracorpórea.
Elección de terapia extracorpórea
Hemodiálisis intermitente es la terapia extracorpórea de elección
Terapias de reemplazo renal continuas son una alternativa aceptable si la hemodiálisis intermitente no está disponible

Es importante también medir concentraciones de litio horas después de la indicación de terapia extracorpórea dado que existe un “efecto rebote” por la difusión de compartimentos donde la hemodiálisis es menos efectiva, tales como eritrocitos y barrera hematoencefálica (Clendeninn *et al.*, 1982)

Entre otras indicaciones no renales para la hemodiálisis se encuentran las intoxicaciones por alcoholes, salicilatos, metformina y paracetamol (Mullins & Kraunt, 2022) (Tabla 4). Es importante destacar que para la mayoría de las intoxicaciones la hemodiálisis intermitente es la técnica de elección, aunque terapias continuas también podrían ser de utilidad.

**Tabla 4:** indicaciones de Hemodiálisis en intoxicaciones.

Indicaciones de hemodiálisis	Condiciones
<b>Alcoholes tóxicos</b>	
	Concentración de etilenglicol o metanol > 50 mg/dl sin inhibidor de la alcohol deshidrogenasa (ADH) (fomepizol o etanol)
	Concentración de etilenglicol > 200 – 300 mg/dl con inhibidor de ADH y función renal normal
	Concentración de metanol > 70 mg/dl con inhibidor de ADH y función renal normal
	Concentración de isopropanol > 400-500 mg/dL
	Cualquier alcohol tóxico: acidemia grave (pH < 7,2) o insuficiencia renal aguda
<b>Salicilatos</b>	
	Concentración > 7,2 mmol/L (100 mg/dL)
	Concentración > 6,5 mmol/L (90 mg/dL) con falla renal aguda o ERC
	Concentración > 6,5 mmol/L (90 mg/dL) después de aporte de cristaloides, bicarbonato de sodio y potasio.
	Concentración > 5,8 mmol/L (80 mg/dL) después de fluidos, bicarbonato de sodio y potasio y con insuficiencia renal aguda o crónica.
	Estado mental alterado
	Distrés respiratorio o nueva hipoxemia que requiere oxígeno suplementario.
	pH ≤ 7,2
<b>Metformina</b>	
	Lactato > 10 mmol/L
	pH < 7,2
	Shock
	Falla de las medidas de soporte: aporte de fluidos, bicarbonato.
	Disminución del estado de conciencia
<b>Acetaminofeno</b>	
	Concentraciones > 1000 mg/L
	Concentraciones > 700 mg/L con estado mental alterado, acidosis metabólica o lactato elevado.

## Reconocimientos

**Declaración de conflictos de interés:** los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Fuentes de financiamiento:** sin fuentes de financiamiento

## Contribuciones de los autores

Álvaro Medina Pedraza: Conceptualización, Escritura – Borrador Original, Escritura – Revisión y Edición.

Rodrigo Tagle Vargas: Conceptualización, Supervisión, Escritura – Revisión y Edición.

## Referencias

Alexander MP, Farag YM, Mittal BV, Rennke HG, Singh AK (2008). Lithium toxicity: a double-edged sword. *Kidney international* **73**(2), 233–237. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5002578>

Berk M, Cowdery S, Williams L, Malhi GS (2017). Recalibrating the risks and benefits of lithium therapy. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science* **211**(1), 1–2. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.116.193789>

Buckley NA, Cheng S, Isoardi K, Chiew AL, Siu W, Vecellio E, Chan BS. (2020). Haemodialysis for lithium poisoning: Translating EXTRIP recommendations into practical guidelines. *British journal of clinical pharmacology* **86**(5), 999–1006. <https://doi.org/10.1111/bcp.14212>

Clendeninn NJ, Pond SM, Kaysen G, Barraza JJ, Farrell T, Becker CE (1982). Potential pitfalls in the evaluation of the usefulness of hemodialysis for the removal of lithium. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology* **19**(4), 341–352. <https://doi.org/10.3109/15563658208992488>

Decker BS, Goldfarb DS, Dargan PI, Friesen M, Gosselin S, Hoffman RS, Lavergne V, Nolin TD, Ghannoum M, EXTRIP Workgroup. (2015). Extracorporeal Treatment for Lithium Poisoning: Systematic Review and Recommendations from the EXTRIP Workgroup. *Clinical journal of the American Society of Nephrology: CJASN* **10**(5), 875–887. <https://doi.org/10.2215/CJN.10021014>

Farouji A, Battah A, Ahmad AS, Farouji I, Miller R (2023). A Unique Case of the Syndrome of Irreversible Lithium-Effectuated Neurotoxicity (SILENT) Presenting With Multiple Neurological Sequelae. *Cureus* **15**(4), e38102. <https://doi.org/10.7759/cureus.38102>

Grünfeld JP & Rossier BC (2009). Lithium nephrotoxicity revisited. *Nature reviews. Nephrology* **5**(5), 270–276. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2009.43>

Malhi GS & Berk M (2012). Is the safety of lithium no longer in the balance? *Lancet (London, England)* **379**(9817), 690-692. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)61703-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)61703-0)

Mullins ME & Kraut JA. (2022). The Role of the Nephrologist in Management of Poisoning and Intoxication: Core Curriculum 2022. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* **79**(6), 877-889. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2021.06.030>

Okusa MD & Crystal LJ (1994). Clinical manifestations and management of acute lithium intoxication. *The American journal of medicine* **97**(4), 383-389. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(94\)90308-5](https://doi.org/10.1016/0002-9343(94)90308-5)

Yatham LN, Kennedy SH, Parikh SV, Schaffer A, Bond DJ, Frey BN, Sharma V, Goldstein BI, Rej S, Beaulieu S, Alda M, MacQueen G, Milev RV, Ravindran A, O'Donovan C, McIntosh D, Lam RW, Vazquez G, Kapczinski F, McIntyre RS,... Berk M. (2018). Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT) and International Society for Bipolar Disorders (ISBD) guidelines for the management of patients with bipolar disorder. *Bipolar Disorders* **20**(2), 97-170. <https://doi.org/10.1111/bdi.12609>

## Características del entrenamiento de fuerza en la rehabilitación oncológica en el cáncer de mama: una revisión sistemática

### Strength training dosage parameters in breast cancer patients and survivors' rehabilitation: a systematic review

Eduardo Cruzat- Bravo<sup>1</sup> , Mauricio Tauda-Tauda<sup>1,\*</sup> , Yoselyn Reyes-Sánchez<sup>1</sup> ,  
Felipe Suárez-Rojas<sup>1</sup> , Raúl Alarcón-Arredondo<sup>1</sup> 

#### Resumen

**Introducción:** El cáncer de mama es una de las enfermedades más comunes entre las mujeres a nivel mundial. La rehabilitación postoperatoria es crucial para la recuperación física y emocional de las pacientes, y el ejercicio de fuerza ha emergido como una intervención prometedora para mejorar la calidad de vida y la funcionalidad física. **Objetivos:** Analizar parámetros de dosificación del entrenamiento de fuerza en la rehabilitación de pacientes y sobreviviente de cáncer de mama. **Métodos:** Se realizó una búsqueda en bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Embase. Utilizando términos específicos y criterios de inclusión predefinidos para identificar estudios pertinentes entre los años 2018 y 2024. **Resultados:** Los resultados de 11 estudios sobre entrenamiento de fuerza en 1.337 mujeres sobrevivientes de cáncer de mama (edad promedio de 54,14 años) muestran beneficios significativos para la salud y el bienestar, incluyendo mejoras en la fuerza muscular ( $p<0,001$ ), la calidad de vida ( $p<0,001$ ), así como reducciones en la fatiga ( $p<0,001$ ) y la depresión ( $p<0,001$ ). **Conclusión:** El ejercicio de fuerza es seguro y beneficioso para las pacientes con cáncer de mama, mejorando su calidad de vida y niveles de energía, y mitigando los efectos secundarios del tratamiento. Se recomienda realizar 2 a 3 sesiones semanales de 30 a 60 minutos, con adaptaciones individuales para maximizar los beneficios.

**Palabras clave:** cáncer de mama; calidad de vida; ejercicios físicos; terapia del cáncer; entrenamiento de resistencia.

#### Abstract

**Introduction:** Breast cancer is one of the most common diseases among women worldwide. Postoperative rehabilitation is crucial for patients' physical and emotional recovery, and resistance exercise has emerged as a promising intervention to improve quality of life and physical functionality. **Objectives:** To analyze dosage parameters of strength training in the rehabilitation of breast cancer patients and survivors. **Methods:** An exhaustive search was carried out in databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Embase, using specific terms and predefined inclusion criteria to identify relevant studies between 2018 and 2024. **Results:** Results from 11 studies on strength training in 1,337 female breast cancer survivors (average age 54.14 years) show significant benefits for health and well-being, including improvements in muscle strength ( $p<0.001$ ), quality of life ( $p<0.001$ ), as well as reductions in fatigue ( $p<0.001$ ) and depression ( $p<0.001$ ). **Conclusion:** Strength exercise is safe and beneficial for breast cancer patients, improving their quality of life and energy levels, and mitigating the side effects of treatment. It is recommended to perform 2 to 3 weekly sessions of 30 to 60 minutes, with individual adaptations to maximize the benefits.

**Keywords:** breast cancer; quality of life; physical exercises; cancer therapy; resistance training.

Fecha de envío: 2024-07-12 - Fecha de aceptación: 2025-03-26

#### Introducción

Según estimaciones recientes, cada año se diagnostican 1,7 millones de nuevos casos de cáncer de mama en todo el mundo, siendo el

tipo de cáncer más común en mujeres, gracias a los avances en los tratamientos la tasa de supervivencia a cinco años ha aumentado significativamente, alcanzando un 87% en países desarrollados

(1) Departamento de Salud y Kinesiología. Universidad Santo Tomás. Valdivia. Chile.

\* Autor de correspondencia: [mauro.tauda@gmail.com](mailto:mauro.tauda@gmail.com)



(Siegel *et al.*, 2019). En consecuencia, existe una creciente población de sobrevivientes al cáncer de mama que enfrentan efectos secundarios tardíos y a largo plazo (Hasenoehrl *et al.*, 2020).

Actualmente, las investigaciones se centran en mitigar estos efectos secundarios y en abordar los riesgos asociados de mortalidad y morbilidad (Bhatt *et al.*, 2018). Las guías de práctica clínica recomiendan el monitoreo continuo de los sobrevivientes de cáncer de mama para detectar linfedema, cardiotoxicidad, deterioro cognitivo, angustia, depresión, ansiedad, fatiga, problemas óseos, dolor y neuropatía periférica. Además, enfatizan la importancia del asesoramiento sobre obesidad, actividad física, nutrición y cesación del tabaquismo, dado que estos factores representan riesgos tanto para el cáncer como para enfermedades cardiovasculares (Kavak & Kavak, 2024).

En este contexto, el ejercicio físico se ha consolidado como una estrategia fundamental en el manejo integral del cáncer de mama. Su papel en la rehabilitación de enfermedades crónicas está ampliamente reconocido, ya que contribuye a mejorar la calidad de vida y reducir la mortalidad por diversas causas (Taylor *et al.*, 2004). Las investigaciones recientes indican que niveles moderados de actividad física pueden reducir el riesgo de mortalidad por cáncer de mama, destacando la importancia del ejercicio no solo para la calidad de vida, sino también para la supervivencia general de los pacientes (Sitjar *et al.*, 2024). Además, el ejercicio físico ha mostrado beneficios significativos en la mejora de la calidad de vida y en la reducción de la mortalidad en diversas condiciones crónicas (Pudkasam *et al.*, 2018). La evidencia reciente respalda de manera contundente el papel beneficioso del ejercicio físico moderado en la reducción del riesgo de muchos tipos de cáncer, subrayando su relevancia tanto para mejorar la calidad de vida como para aumentar la supervivencia general de los pacientes (Folorunso *et al.*, 2024).

Este hallazgo resalta la importancia de incorporar el ejercicio como parte integral del tratamiento y la recuperación de los pacientes con cáncer de mama, ya que elementos como la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria son fundamentales para mantener las capacidades funcionales. El deterioro de estos elementos se asocia con discapacidades y enfermedades adicionales, lo que contribuye significativamente a problemas de salud y aumenta la mortalidad (Wang *et al.*, 2023). Los supervivientes de cáncer de mama se enfrentan a un riesgo elevado de desarrollar comorbilidades, como sarcopenia y enfermedades cardiovasculares, debido a los efectos secundarios de la quimioterapia y la terapia hormonal. Estos tratamientos también pueden reducir la densidad mineral ósea, incrementando el riesgo de osteoporosis y fracturas. En este contexto, el ejercicio de fuerza controlado y adaptado puede

desempeñar un papel fundamental (Falstie-Jensen *et al.*, 2020). En particular durante el tratamiento neoadyuvante (TNA) y tratamiento adyuvante (TA), que consiste en la administración de terapias antineoplásicas (quimioterapia, radioterapia o terapia hormonal) antes o después de un tratamiento curativo como la cirugía, el ejercicio es clave: mejora los resultados quirúrgicos, facilita una recuperación más rápida, reduce las complicaciones postoperatorias, disminuye la fatiga y aumenta la capacidad física, lo que permite iniciar la quimioterapia adyuvante más pronto, mejorando la supervivencia global y reduciendo el riesgo de recurrencia del cáncer. Por lo tanto, es esencial implementar estrategias que no solo se enfoquen en el tratamiento directo del cáncer de mama, sino también en el manejo de los síntomas y en la mejora de la funcionalidad física y emocional de los pacientes mediante el ejercicio físico y otras intervenciones adecuadas (Martínez *et al.*, 2024).

Actualmente la cantidad óptima de ejercicio a prescribir no está del todo clara, lo que resulta especialmente relevante debido al impacto negativo de los tratamientos contra el cáncer y la menopausia inducida por la terapia en la salud ósea de los sobrevivientes (Anderson *et al.*, 2016). En el contexto oncológico, la implementación de un programa integral de acondicionamiento físico puede generar una serie de beneficios sistémicos, como la reducción de factores de riesgo asociados con enfermedades coronarias y diabetes tipo 2, además de la mitigación de la inflamación sistémica (Fukushima *et al.*, 2024).

En pacientes con cáncer la estructuración y aplicación de los criterios de entrenamiento de fuerza (incluyendo intensidad, volumen, frecuencia y tipo de ejercicios) tienen un impacto significativo en los resultados obtenidos. Estos factores influyen en las respuestas agudas y en las adaptaciones crónicas al ejercicio físico en esta población (Maximov *et al.*, 2018). La investigación ha demostrado que una intensidad adecuada en el entrenamiento de fuerza puede contribuir a la mejora de la fuerza muscular, la salud ósea y la función física sin comprometer la seguridad del paciente (Carvalho *et al.*, 2022). Asimismo, el volumen y la frecuencia del entrenamiento juegan un papel fundamental en la reducción de la fatiga, la mejora del estado de ánimo y la calidad de vida, así como en la mitigación de los efectos secundarios del tratamiento. La prescripción de ejercicio en la práctica clínica requiere una evaluación previa del paciente para identificar posibles riesgos y barreras que puedan afectar la práctica del ejercicio, con el objetivo de maximizar sus beneficios en cada caso particular (Bedillion *et al.*, 2019). Una valoración integral que contemple aspectos físicos, emocionales y conductuales puede ayudar a los profesionales de la oncología a identificar los principales obstáculos y facilitadores para una prescripción de ejercicio personalizada y efectiva (Esteban-Simón *et al.*, 2024).

Esto reviste una gran importancia, ya que los pacientes con cáncer suelen presentar comorbilidades como enfermedades cardiovasculares, respiratorias y metabólicas, además de disfunciones articulares y musculoesqueléticas que pueden limitar su capacidad para realizar ejercicio. Estas y otras afecciones influyen en la selección del tipo de ejercicio y en la determinación de su intensidad (Yasutake *et al.*, 2024).

El entrenamiento de fuerza es un componente clave en la rehabilitación de los supervivientes recientes de cáncer de mama. Sin embargo, el control de las variables del entrenamiento sigue siendo un área poco definida en este contexto. En los últimos años, la evidencia de que respalda la eficacia de los programas de ejercicio en personas que padecen o han padecido cáncer ha crecido exponencialmente. No obstante, la implementación de estos programas sigue siendo limitada.

Entre las principales razones que explican esta baja implementación se encuentran las restricciones en las políticas de financiación y asignación presupuestaria en los hospitales, la escasez de personal capacitado y la falta de protocolos y circuitos de derivación bien establecidos. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es analizar los parámetros de dosificación del entrenamiento de fuerza descritos en la rehabilitación de pacientes y supervivientes de cáncer de mama.

## Métodos

### Criterios de inclusión

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Embase para identificar estudios publicados en los últimos seis años (entre enero de 2018 y enero de 2024), garantizando así la inclusión de investigaciones recientes que reflejen avances en metodologías y resultados, considerando la constante evolución de los enfoques clínicos, permitiendo incorporar las últimas recomendaciones y prácticas basadas en evidencia.

Se incluyen estudios en inglés y español, tratados, ensayos controlados aleatorizados, estudios de cohorte y estudios de caso-control que investigan programas de entrenamiento de fuerza y resistencia dirigidos a mujeres mayores de 50 años con cáncer de mama, que hayan recibido o estén recibiendo tratamiento con radioterapia, quimioterapia o cirugía.

Fueron seleccionados estudios que evaluaran diversos parámetros, tales como: dosificación del ejercicio, rango de movimiento activo, fuerza isométrica, aptitud física, frecuencia cardíaca, consumo máximo de oxígeno (Vo<sub>2</sub>max), salud ósea, perfil metabólico, calidad de vida, bienestar social y emocional, fatiga, depresión, presión arterial,

diabetes, masa muscular, nivel de actividad física, volumen de las extremidades, linfedema y respuesta del sistema inmunológico. Se descartaron estudios con un diseño metodológico deficiente, muestras no representativas, así como revisiones, metaanálisis, artículos de opinión, editoriales y cartas al editor.

### Estrategia de búsqueda

Se emplearon términos de búsqueda específicos relacionados con programas de entrenamiento de fuerza y resistencia dirigidos a mujeres mayores de 50 años con diagnóstico de cáncer de mama, tanto en tratamiento como en la etapa postoperatoria.

Las publicaciones duplicadas fueron eliminadas y se obtuvo el texto completo de los artículos seleccionados para su evaluación, aplicando los criterios de inclusión predefinidos. Además, se extrajeron variables claves relacionadas con los programas de ejercicio de fuerza, tales como: la frecuencia del ejercicio, la duración total de las sesiones, la duración específica de cada ejercicio, los intervalos de recuperación, el número total de sesiones y el porcentaje de intensidad de cada intervalo. También se recopilaron datos demográficos de los participantes, incluyendo edad, sexo y número de pacientes en cada estudio.

### Criterios de búsqueda por base de datos

Los criterios de búsqueda en esta revisión sistemática se enfocaron en identificar estudios relevantes sobre el tratamiento y la rehabilitación postoperatoria en cáncer de mama mediante el entrenamiento de fuerza y resistencia.

El objetivo fue garantizar la inclusión de estudios que investiguen los efectos del ejercicio estructurado de fuerza en aspectos como la mejora de la composición corporal y el perfil lipídico, la tasa de adherencia a los programas de ejercicio, la fuerza muscular, la reducción de síntomas como la fatiga, la calidad de vida, el control y manejo del linfedema, el *fitness* respiratorio, la actividad física, los biomarcadores inflamatorios, la movilidad y la función física general en mujeres con cáncer de mama o supervivientes.

Los criterios de búsqueda aplicados en cada base de datos fueron los siguientes:

En inglés: ("resistance exercise" OR "resistance training" OR "weight training" OR "strength training" OR "muscle strengthening" OR "strengthening exercises") AND ("breast cancer" OR "breast carcinoma" OR "breast neoplasm" OR "postoperative" OR "postsurgery" OR "postoperative rehabilitation" OR "cancer survivors") AND ("quality of life" OR "physical function" OR "rehabilitation" OR "recovery")

En español: (“ejercicio de fuerza” OR “entrenamiento de resistencia” OR “musculación” OR “entrenamiento con pesas” OR “entrenamiento de fuerza” OR “fortalecimiento muscular” OR “ejercicios de fortalecimiento”) AND (“cáncer de mama” OR “carcinoma de mama” OR “neoplasia mamaria” OR “postoperatorio” OR “posquirúrgico” OR “rehabilitación postoperatoria” OR “supervivientes de cáncer”) AND (“calidad de vida” OR “funcionalidad física” OR “rehabilitación” OR “recuperación”).

### Selección y evaluación de los estudios

Se implementó un proceso para seleccionar y evaluar estudios relevantes sobre el papel del entrenamiento de fuerza en la rehabilitación postoperatoria de pacientes con cáncer de mama. Inicialmente, se llevó a cabo una selección preliminar basada en el título y resumen de los artículos obtenidos de bases de datos. Las discrepancias entre los miembros del equipo en la selección y evaluación de los estudios fueron discutidas en reuniones regulares, donde se llegó a un consenso basado en los criterios predefinidos. Esto garantizó que las decisiones sobre la inclusión y exclusión de los estudios fueran objetivas y fundamentadas en la evidencia científica. Para asegurar la rigurosidad de la revisión, se aplicaron la lista de verificación PRISMA para revisiones sistemáticas y, cuando era aplicable, la herramienta Cochrane de riesgo de sesgo para ensayos clínicos. Estos instrumentos facilitaron una evaluación exhaustiva y estructurada de los estudios incluidos, asegurando la fiabilidad de los datos y la validez de las conclusiones extraídas.

### Análisis de datos

El análisis se centró en evaluar los efectos del ejercicio de fuerza en diversas dimensiones del tratamiento y la rehabilitación de pacientes con cáncer de mama. Se incluyeron variables de resultado como mejoras en la fuerza muscular, funcionalidad física, reducción de la fatiga, mejoras en la calidad de vida y bienestar psicológico, y biomarcadores inflamatorios. También se evaluaron otros beneficios potenciales como la reducción de la linfedema, mejoría en la movilidad y adherencia a largo plazo a programas de ejercicio. Todos los datos recopilados fueron registrados en una hoja de cálculo de Excel para su posterior análisis. Este enfoque sistemático aseguró la obtención de información relevante y precisa sobre los efectos del ejercicio de fuerza en el tratamiento y la rehabilitación de pacientes con cáncer de mama, proporcionando una base sólida para analizar y establecer parámetros específicos de dosificación para el entrenamiento de fuerza en mujeres sobrevivientes de cáncer de mama, basados en la literatura científica actual.

### Extracción de Datos

Se extrajo información de cada estudio seleccionado, incluyendo la identificación de autor(es), año de publicación, tipo de estudio y país de origen para proporcionar un contexto claro sobre la investigación realizada. Además, se registraron detalles específicos de la población estudiada, como el número de participantes y sus características demográficas relevantes, tales como edad, etapa del cáncer y tratamiento recibido. También se describieron las intervenciones de entrenamiento de fuerza aplicadas en cada estudio. Esto abarcó parámetros de dosificación del ejercicio como la frecuencia de las sesiones, la intensidad del ejercicio, la duración de las sesiones y el volumen total de entrenamiento. Finalmente, se llevó a cabo un análisis y síntesis de los resultados obtenidos en términos de medidas de funcionalidad física, calidad de vida, fuerza muscular y la reducción de síntomas asociados al tratamiento del cáncer.

### Resultados

#### Selección de estudios

Los estudios fueron seleccionados tras el proceso de búsqueda y evaluación, que consideró 1.116 registros recuperados desde bases de datos científicas. Tras eliminar duplicados y registros no aptos, se examinaron 348 registros, se solicitaron 300 informes y se evaluaron 53 textos completos. Finalmente 11 estudios cumplieron con los criterios de elegibilidad y fueron incluidos en el análisis cualitativo. Que incluyeron a 1.337 mujeres sobrevivientes de cáncer de mama con una edad promedio de 54,14 años, evidenciando una amplia gama de beneficios significativos derivados del entrenamiento de fuerza. Independientemente de la frecuencia, duración o tipo específico de ejercicio implementado, estas intervenciones condujeron a mejoras sustanciales en la fuerza muscular, un factor clave para la recuperación física y la prevención de recaídas. La Figura 1 ilustra proceso de selección de estudios para la presente revisión a través de un diagrama PRISMA. La importancia del diagrama PRISMA radica en su capacidad para proporcionar una representación visual del proceso de investigación, facilitando la organización y sistematización de la información. Este diagrama aumenta la transparencia y la reproducibilidad del estudio al mostrar cada etapa del proceso de selección, lo que permite a los lectores comprender cómo se alcanzaron las conclusiones.

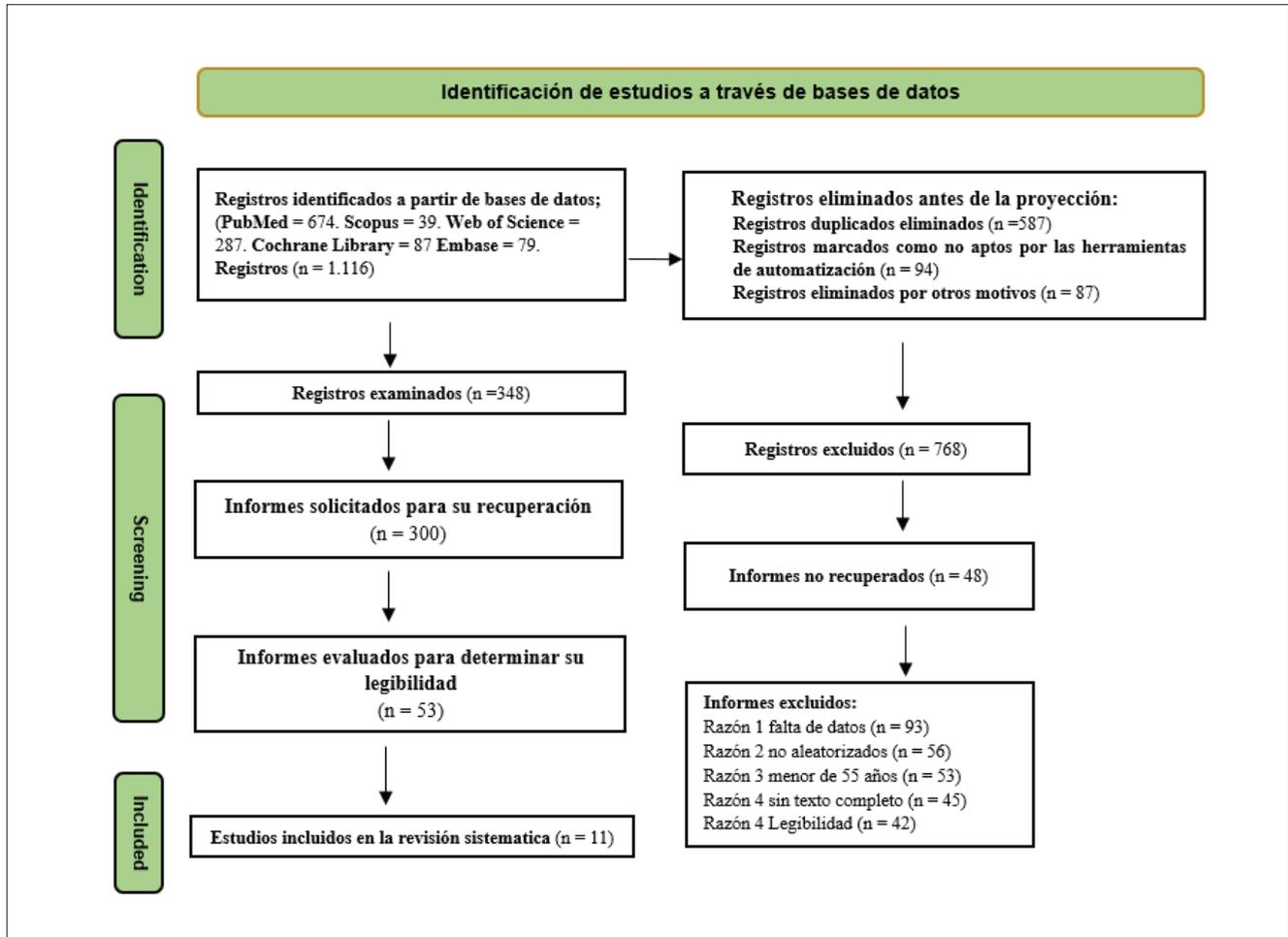


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios.

### Análisis de riesgo de sesgo

Se realizó un análisis del riesgo de sesgo de cada uno de los 11 estudios incluidos, utilizando la herramienta Cochrane *risk of bias*

(RoB), cuyos resultados se presentan en la Tabla 1. Este análisis permitió valorar la calidad metodológica de los estudios y fortalecer la interpretación de los hallazgos.

**Tabla 1:** resultados análisis de riesgo de sesgo (Cochrane RoB) para los 11 estudios seleccionados.

Estudio	Generación de secuencia aleatoria (sesgo de selección)	Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Enmascaramiento de los participantes y el personal (sesgo de exclusión)	Enmascaramiento de la evaluación del resultado (sesgo de detección)	Datos de resultados incompletos (sesgo de exclusión)	Notificación selectiva (sesgo de notificación)	Otros sesgos
Sweeney <i>et al.</i> , 2019	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Poco riesgo	Poco riesgo
Dieli <i>et al.</i> , 2018	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Lee K <i>et al.</i> , 2019	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Poco claro	Bajo riesgo
Hiensch <i>et al.</i> , 2021	Bajo riesgo	Poco claro	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Dong <i>et al.</i> , 2019	Bajo riesgo	Poco claro	Alto riesgo	Poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Luz <i>et al.</i> , 2018	Bajo riesgo	Poco claro	Poco claro	Poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Schmitz <i>et al.</i> , 2019	Bajo riesgo	Poco claro	Poco claro	Poco claro	Poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Soriano <i>et al.</i> , 2023	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Poco claro	Poco claro	Bajo riesgo
Ammitzbøll <i>et al.</i> , 2019	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Poco claro	Bajo riesgo
Falz <i>et al.</i> , 2023	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo	Poco claro	Bajo riesgo
De Jesus <i>et al.</i> , 2021	Bajo riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Poco claro	Poco claro	Bajo riesgo

Para el análisis de riesgo de sesgo fueron considerados siete dominios metodológicos: generación de la secuencia aleatoria, ocultación de la asignación, enmascaramiento de participantes y personal, enmascaramiento de la evaluación de resultados, datos de resultados incompletos, notificación selectiva y otros sesgos. En cuanto a la generación de la secuencia aleatoria, la mayoría de los estudios fueron evaluados como de bajo riesgo, lo que indica una adecuada asignación aleatoria de los participantes. Sin embargo, el estudio de Lee *et al.* (2019) presentó un alto riesgo en este dominio, lo que podría comprometer la aleatorización y afectar la validez interna de sus resultados.

Respecto a la ocultación de la asignación, se observó una mayor variabilidad. Aunque estudios informaron procedimientos adecuados (Dieli *et al.*, 2018; Sweeney *et al.*, 2019), otros fueron evaluados con riesgo alto (Ammitzbøll *et al.*, 2019; Soriano *et al.*, 2023) o poco claro, debido a la falta de detalles metodológicos.

El enmascaramiento de los participantes y del personal, así como el enmascaramiento de los evaluadores de resultados, presentaron

consistentemente un alto riesgo en la mayoría de los estudios. Esto se debe a que las intervenciones de ejercicio, por su naturaleza, suelen impedir el ciego del grupo asignado tanto para los participantes como para el personal investigador.

En el dominio de datos de resultados incompletos, la mayoría de los estudios fueron considerados de bajo riesgo, aunque algunos estudios (Schmitz *et al.*, 2019; De Jesus *et al.*, 2021) mostraron riesgo poco claro debido a la escasa información sobre pérdidas de seguimiento o análisis por intención de tratar.

La notificación selectiva fue evaluada como de bajo riesgo en la mayoría de los estudios; sin embargo, algunos (Lee *et al.*, 2019; De Jesus *et al.*, 2021; Soriano *et al.*, 2023) presentaron riesgo poco claro, por falta de acceso a protocolos registrados o ausencia de información completa sobre los resultados planificados.

Por último, el dominio de otros sesgos fue mayoritariamente evaluado como de bajo riesgo, lo que sugiere que no se identificaron fuentes adicionales de sesgo relevantes. En conjunto, aunque todos

los estudios incluidos presentaron al menos un dominio con riesgo alto o poco claro, la mayoría mostró una calidad metodológica aceptable, especialmente en términos de generación aleatoria, manejo de datos y consistencia en la notificación de resultados. Estos hallazgos respaldan la validez general de los resultados obtenidos en esta revisión.

### Características generales de los estudios incluidos

En la Tabla 2 se muestran las características generales de los 11 estudios incluidos. Considerando características de la muestra (n muestral y edad), método (fuerza y resistencia o sólo resistencia a modo de tratamiento control) y características de la secuencia de entrenamiento.

**Tabla 2:** características generales de los estudios incluidos.

Estudio, diseño	Método	Secuencia de entrenamiento	Efectos
Sweeney <i>et al.</i> , 2019. n= 100; 53 ± 10 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> Fuerza: 2 sem, 60 (min), 8 ejercicios, 2 series, 12 repeticiones, descanso 2 min, 16 semanas, 80% 1RM. Aeróbico: 3 semana, 50 min, % Vo2max	Mejora en calidad de vida (+14,7; IC 95%), fatiga, depresión, Vo2max., fuerza muscular, osteocalcina (p=0,01), BSAP (p=0,001). Seguimiento a 3 meses mantuvo beneficios (p<0,01).
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	Mejora en calidad de vida (+5,2; IC 95%), disminución de fatiga (0,5 puntos), y mejora en el estado de ánimo (1,0 puntos).
Dieli-Conwright <i>et al.</i> , 2018. n= 100; 53±10 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> 3 sem, 60 (min), 5 ejercicios, 3 series, 10 repeticiones, descanso 2 min, 16 semanas, 80% 1RM. 3 semanas. 50 min. 50% Fcmax.	Mejora en calidad de vida, fatiga, depresión, Vo2max. (p<0,001), fuerza muscular, osteocalcina (p=0,01), BSAP (p=0,001). Seguimiento: mejoras sostenidas.
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	no alcanzó los mismos niveles de mejoría en estas variables.
Lee <i>et al.</i> , 2019. n= 100; 53±10 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> 3 sem, 60 (min), 5 ejercicios, 3 series, 10 repeticiones, descanso 2 min, 16 semanas, 80% 1RM. 3 semanas. 50 min. 50% Fcmax.	Reducción del riesgo cardiovascular (p<0,05), disminución del FRS (-11%, IC 95%), mejoras en colesterol HDL, LDL y presión arterial.
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	no alcanzó mejoras significativas en estas variables.
Hiensch <i>et al.</i> , 2021. n= 240; 53,9 ± 7,4 años	Fuerza Resistencia	2 sem, 60 min, 8 ejercicios, 2 series, 12 repeticiones, descanso 2 min, 16 semanas, 80% 1RM. 2 sem, 50 min, 3x3 min, 16 semanas, 90% Vo2max.	Reducción en marcadores inflamatorios (IL-6, CD8a), mejoría en fatiga general y física (p<0,05). No hubo diferencias significativas en inflamación a 16 semanas.
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	no mostró mejoras significativas en estos aspectos.
Dong <i>et al.</i> , 2019. n= 50; 51,63 ± 7,49 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> 3 sem, 50 min, 8 ejercicios, 2 series, 12 repeticiones, descanso 2 min, 12 semanas, 50% 1RM. 3 sem, 20 min, 12 semanas, 50% Fcmax	Mejoras en rol físico, salud general, salud mental, vitalidad, transición de salud (p<0,05), sin diferencias en dolor corporal y rol emocional.
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	No se observaron mejoras significativas en comparación con el grupo de intervención en los dominios de rol físico, salud general, salud mental, vitalidad ni en la transición de salud.
Luz <i>et al.</i> , 2018. n= 42; 51,63 ± 7,49 años	Fuerza	3 sem, 30 min, 8 ejercicios, 3 series, 15 repeticiones, descanso 2 min, 12 semanas, 40% 1RM. 3 sem, 20 min, 12 semanas, 50% Fcmax	Mejoras en fuerza muscular, rango de movimiento en hombro (p<0,05). No aumentó significativamente el volumen del miembro superior.
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	No se observaron mejoras significativas en la fuerza muscular ni en el rango de movimiento del hombro en comparación con el grupo de intervención.
Schmitz <i>et al.</i> , 2019. n= 351; 59,0 ± 8,5 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> 2 sem, 60 min, 9 ejercicios, 3 series, 12 repeticiones, descanso 2 min, 52 semanas, 60% 1RM. 2 sem, 120 min, 50% Vo2max	Calidad de vida: mejora significativa con una diferencia de 14.7 puntos (IC 95%: 18,2; 9,7; p<0,001). Fatiga: reducción significativa (p<0,001). Vo2max. estimado: incremento significativo (p<0,001). Fuerza muscular: aumento significativo (p<0,001).
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	No se reportaron mejoras significativas en calidad de vida, fatiga, Vo2max. estimado, ni fuerza muscular en comparación con el grupo de intervención.

Soriano-Maldonado <i>et al.</i> , 2023. n= 60; 52,6 ± 8,8 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> Fuerza. 2 sem, 60 min, 4 ejercicios, 2 series, 15 repeticiones, descanso 2 min, 12 semanas, 70% 1RM Resistencia: 10.000 pasos semanales. 30% Vo2max.	Fuerza muscular: aumento significativo en el grupo de intervención (0,718; IC 95%: 0,361 a 1,074, p<0,001, d=1,04). Fuerza superior: (0,727; IC 95%: 0,294 a 1,160; p=0,001, d=0,87). Fuerza inferior: (0,709; IC 95%: 0,324 a 1,094; p=0,001, d=0,96).
	Resistencia	<b>Control:</b> 10.000 pasos semanales. 30% Vo2max.	no mostró mejorías significativas comparables en fuerza muscular. ni el fitness respiratorio
Ammitzbøll <i>et al.</i> , 2019. n=158; 53 ± 10 años	Fuerza circuito	<b>Intervención</b> 3 sem, 30 min, 8 ejercicios, 3 series, 12 repeticiones, descanso 2 min, 52 semanas, 60% 1RM	Entre las 158 mujeres asignadas al azar, no se encontró ninguna diferencia media entre los grupos en cuanto al volumen del brazo (0,3%; IC 95%, -1,7% a 2,3%) ni en la incidencia de linfedema (odds ratio ajustada, 1,2; IC 95%, 0,5-2,8).
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	no mostró mejorías significativas comparables en fuerza muscular. ni el fitness respiratorio
Falz <i>et al.</i> , 2023 n= 122; 54.6 ± 12 años	Fuerza Resistencia	<b>Intervención:</b> 3 sem, 30 min, 7 ejercicios, 2 series, 8 repeticiones, descanso 2 min, 18 semanas, 40% 1RM. 3 sem, 50 min, 30x1 min, 7 fases, 16 semanas, 90% Fcmax	Aumento de Vo2max. en el grupo de intervención, 1,8 ml/kg/min en comparación con 0,66 ml/kg/min en el grupo de control (p=0,017). Reducción significativa en el producto de presión de frecuencia (-1079, p=0,05).
	Resistencia	<b>Control:</b> 150 minutos ejercicio moderado por semana. 40% Vo2max	no mostró mejorías significativas comparables
De Jesus <i>et al.</i> , 2021. n= 14 53,13 ± 1,93 años	Fuerza	<b>Intervención:</b> 3 sem, 30 min, 7 ejercicios, 2 series, 8 repeticiones, descanso 2 min, 12 semanas, 40% 1RM	Reducción significativa de la masa grasa (de 39,4 ± 6,9% a 37,7 ± 6,8%) y un incremento en la masa libre de grasa (de 39,3 ± 4,9% a 40,3 ± 5,6%). Además, la fuerza muscular aumentó durante la intervención.

Nota: 1RM: repetición máxima; Vo2max: consumo máximo de oxígeno; FCR: frecuencia cardiaca de reposo; BSAP: fosfatasa alcalina específica ósea; IC: intervalo de confianza.

## Impacto del entrenamiento de fuerza en las pacientes oncológicas

En conjunto, los estudios analizados resaltan los beneficios del ejercicio físico en varios aspectos clave para la salud y recuperación de personas que han pasado por tratamientos de cáncer.

**Calidad de vida:** seis de los estudios analizados (Dieli-Conwright *et al.*, 2018; Dong *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2019; Schmitz *et al.*, 2019; Sweeney *et al.*, 2019; Soriano-Maldonado *et al.*, 2023) reportan mejoras significativas en la calidad de vida de las participantes, con incrementos de hasta 14,7 puntos en las mediciones, sostenibles hasta tres meses después de la intervención. Estos hallazgos evidencian que el ejercicio regular contribuye a la recuperación emocional, la reducción de la fatiga y una mejor percepción del bienestar general, impactando tanto en el estado físico como en el psicológico.

**VO2máx:** cuatro de los estudios analizados reportan mejoras significativas en el Vo2max (Dieli-Conwright *et al.*, 2018; Schmitz *et al.*, 2019; Sweeney *et al.*, 2019; Falz *et al.*, 2023). Además, investigaciones como la de Lee *et al.* (2019) sugieren mejoras indirectas a través de la regulación de los niveles de colesterol HDL y LDL, lo que indica que el aumento de la capacidad aeróbica podría estar asociado con una optimización del perfil lipídico y una reducción del riesgo cardiovascular.

**Perfil metabólico y linfedema:** Estudios como los de Hiensch *et al.* (2021) y De Jesús *et al.* (2021) evidencian mejoras en el perfil metabólico, destacándose una reducción en la masa grasa y un incremento en la masa libre de grasa. Si bien no se observaron cambios significativos en la inflamación después de 16 semanas, Hiensch *et al.* (2021) reporta una disminución en marcadores inflamatorios como IL-6 y CD8a, lo que sugiere que el ejercicio puede contribuir a reducir la inflamación crónica en esta población. Esto, a su vez, favorecería una respuesta inmune más saludable y una mejor recuperación. Sin embargo, en cuanto al linfedema, el estudio de Ammitzbøll *et al.* (2019) concluye que no hubo diferencias significativas en el volumen del brazo entre los grupos de intervención y control.

**Fuerza muscular:** Los estudios sobre fuerza muscular (Dieli-Conwright *et al.*, 2018; Luz *et al.*, 2018; Schmitz *et al.*, 2019; Sweeney *et al.*, 2019; Soriano-Maldonado *et al.*, 2023) muestran incrementos significativos en la fuerza, lo que sugiere que el entrenamiento de resistencia tiene un impacto positivo directo en la recuperación de la fuerza post-tratamiento en sobrevivientes de cáncer. Estos beneficios se mantienen estables a lo largo del tiempo de seguimiento.

**Dolor y fatiga:** La fatiga, uno de los efectos secundarios más comunes en pacientes oncológicos, se redujo significativamente en estudios como los de Dong *et al.* (2019), Schmitz *et al.* (2019) y Sweeney *et al.* (2019). Esto subraya el papel del ejercicio en la

mitigación de la fatiga física y emocional. Sin embargo, no en todos los casos se evidenciaron cambios significativos en la percepción del dolor corporal y el rol emocional.

**Depresión:** Los estudios de Dieli-Conwright *et al.* (2018), Schmitz *et al.* (2019) y Sweeney *et al.* (2019) muestran una reducción significativa en los síntomas de depresión, con valores de  $p < 0,001$  en algunos casos. Esto sugiere que el ejercicio no solo mejora la salud física, sino que también desempeña un papel crucial en la salud mental, contribuyendo a la disminución de los síntomas depresivos en sobrevivientes de cáncer.

### Características generales de los programas de entrenamiento

**Dosificación óptima del entrenamiento de fuerza:** Los estudios revisados se centraron en la eficacia de programas de ejercicio estructurado orientados a mejorar la fuerza, la movilidad y la calidad de vida en mujeres diagnosticadas con cáncer de mama en estadios I a III.

**Variabilidad de frecuencias:** Los programas analizados mostraron una frecuencia de entrenamiento que osciló entre 2 y 3 sesiones por semana. Esta variación se relaciona con la heterogeneidad de las características de las participantes, sus niveles de condición física y las recomendaciones específicas de cada protocolo.

**Frecuencia óptima:** La mayoría de los estudios que reportaron mejoras significativas en fuerza y movilidad, así como una reducción del volumen de linfedema, implementaron una frecuencia de 3 sesiones semanales. Esta frecuencia se considera ideal para inducir adaptaciones fisiológicas relevantes en el contexto del entrenamiento de fuerza en esta población.

**Evidencia con menor frecuencia:** Algunos estudios que aplicaron una frecuencia de 2 sesiones por semana también mostraron resultados positivos, aunque en general los beneficios fueron de menor magnitud en comparación con aquellos que utilizaron tres sesiones semanales. Esta frecuencia puede ser adecuada para pacientes que recién comienzan un programa de ejercicio o que presentan limitaciones físicas importantes.

**Estructura de series:** Los programas de entrenamiento incluyeron entre 2 y 3 series por ejercicio. La mayoría de los estudios emplearon 3 series por ejercicio, lo que es una práctica común en programas de resistencia para fomentar un mayor desarrollo muscular y funcional. La elección de 3 series se basa en la premisa de que un volumen de entrenamiento más alto puede generar una mayor adaptación en términos de fuerza y resistencia. Sin embargo, algunos estudios optaron por 2 series, particularmente aquellos

diseñados para pacientes con un estado físico más bajo o que se estaban recuperando de intervenciones médicas. La reducción en el número de series también puede ser una estrategia para prevenir la fatiga excesiva y promover una recuperación adecuada.

**Rango de repeticiones:** Los estudios variaron el número de repeticiones entre 8 y 15 por serie. La mayoría de los estudios se mantuvieron dentro del rango de 10 a 15 repeticiones, que es generalmente considerado óptimo para mejorar tanto la fuerza como la resistencia muscular. Estrategia de Repeticiones: Utilizar un rango de 10 a 15 repeticiones permite a los participantes trabajar en un nivel de carga que es lo suficientemente desafiante para fomentar mejoras, pero que también es manejable, dado que muchos de ellos están en proceso de recuperación. En contraste, aquellos estudios que optaron por 8 repeticiones generalmente aplicaron una mayor carga para maximizar la fuerza en pacientes con capacidad física más alta.

**Variabilidad en la duración:** La duración de las sesiones de entrenamiento osciló entre 30 y 60 minutos. Este rango es adecuado y adaptable, considerando la capacidad y el nivel de fatiga de los participantes. Duración de 60 minutos: La duración de 60 minutos se asoció con sesiones más intensivas y completas, que incluyeron calentamiento, ejercicios de fuerza y enfriamiento, proporcionando un enfoque integral para el acondicionamiento físico.

**Duración de 30 minutos:** Las sesiones de 30 minutos fueron comunes en los estudios que se centraron en la adaptación inicial al ejercicio o en aquellos en los que se evaluaron a pacientes con limitaciones físicas significativas. Esta duración es efectiva para iniciar a los pacientes en un régimen de ejercicio sin causar fatiga excesiva.

**Rango de intensidad:** La intensidad del entrenamiento se expresó como un porcentaje de la fuerza máxima 1RM, variando entre 40% y 80% 1RM. Esta amplitud de intensidades permite una personalización del entrenamiento acorde a las capacidades individuales de los participantes. Intensidades Altas (80% 1RM): Los estudios que aplicaron 80% 1RM buscaron maximizar el desarrollo de la fuerza y la funcionalidad en pacientes que presentaban un nivel base de capacidad física adecuado. Este enfoque es efectivo para aquellos que están en proceso de recuperación y tienen una base de entrenamiento anterior. Intensidades Bajas (40%-50% 1RM): Los estudios que utilizaron 40% y 50% 1RM se orientaron más hacia la adaptación, la rehabilitación y la mejora de la movilidad, minimizando el riesgo de lesiones. Estas intensidades son apropiadas para aquellos que están iniciando su proceso de entrenamiento o que han experimentado efectos secundarios significativos del tratamiento oncológico.

**Programas efectivos:** La mayoría de los estudios indicaron que un programa de ejercicio con 3 veces por semana, 3 series de 10-15 repeticiones, y una duración de 60 minutos resulta ser óptimo para fomentar mejoras en la fuerza, la movilidad y la calidad de vida en mujeres con cáncer de mama en estadios I a III.

**Adaptación a necesidades específicas:** La variabilidad en la frecuencia, series, repeticiones, duración e intensidad de los entrenamientos refleja un enfoque adaptado a las necesidades individuales de los pacientes, considerando su estado de salud, capacidad física y tolerancia al ejercicio. Recomendaciones para la Práctica: Es crucial que los programas de ejercicio se diseñen teniendo en cuenta las características individuales de los pacientes, promoviendo un ambiente seguro y efectivo para la mejora de su estado físico y bienestar general. Este análisis proporciona una visión comprensiva de cómo se estructuran los programas de ejercicio en esta población, subrayando la importancia de la personalización y la consideración de las condiciones particulares de cada paciente. La implementación de estos programas no solo

beneficia la salud física, sino que también contribuye a mejorar la calidad de vida de las mujeres que enfrentan el cáncer de mama. En conjunto, los resultados de esta revisión subrayan la importancia de integrar el entrenamiento de fuerza en los programas de rehabilitación postoperatoria de mujeres sobrevivientes de cáncer de mama. Más allá de los beneficios físicos, estas intervenciones ofrecen un enfoque integral que contribuye a la recuperación funcional, emocional y social, consolidándose como una herramienta terapéutica fundamental en el contexto oncológico.

La Tabla 3 presenta un resumen del protocolo de entrenamiento de fuerza diseñado para pacientes oncológicos, destacando variables clave que garantizan tanto la seguridad como la efectividad del programa. Esta tabla refleja un enfoque integral y adaptable al entrenamiento de fuerza en pacientes oncológicos, haciendo énfasis en variables fundamentales como el calentamiento, la progresión de la carga, la frecuencia y la duración del programa. Esta estructura permite atender tanto las necesidades físicas como el contexto clínico de quienes han enfrentado un diagnóstico de cáncer.

**Tabla 3:** resumen del protocolo de entrenamiento de fuerza en pacientes oncológicos.

Método	Calentamiento	Frecuencia semanal	Duración de sesiones (min)	Ejercicios y series	Pausa series	Duración semanas	Porcentaje 1RM
Fuerza	10 a 15 min 50%Vo2max	2-3 veces	40	8/3	2 min	12-52 semanas	40-90% 1RM

**Método:** El enfoque central del entrenamiento es el desarrollo de la fuerza muscular, priorizando ejercicios que contribuyan a mejorar la capacidad funcional y la independencia de los pacientes. **Calentamiento:** Se recomienda iniciar cada sesión con 10 a 15 minutos de actividad aeróbica ligera, alcanzando aproximadamente el 50% del Vo2max. Este componente es esencial para preparar al organismo, reducir el riesgo de lesiones y optimizar el rendimiento posterior. **Frecuencia semanal:** Se establecen entre 2 y 3 sesiones por semana, permitiendo un equilibrio adecuado entre el estímulo del entrenamiento y el tiempo de recuperación, aspecto especialmente importante en esta población. **Duración de las sesiones:** Cada sesión debe durar alrededor de 40 minutos, tiempo suficiente para incluir todas las fases del entrenamiento: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. **Ejercicios y series:** Se recomienda realizar 8 ejercicios que trabajen los principales grupos musculares, con una estructura de 3 series por ejercicio. Esta distribución permite una carga de trabajo equilibrada y progresiva. **Pausa entre series:** Un descanso de 2 minutos entre series es ideal para favorecer la recuperación muscular y mantener un buen desempeño en cada serie. **Duración del programa:** La intervención debe extenderse por un período de entre 12 y 52 semanas, permitiendo adaptar la progresión según la etapa del tratamiento oncológico y la evolución individual del paciente. **Intensidad (%1RM):** La carga debe ajustarse entre el 40% y el 90% del 1RM adaptándose al nivel de condición física y fuerza de cada participante, con el objetivo de asegurar un estímulo eficaz y seguro.

**Beneficios del entrenamiento de fuerza preoperatorio:** el entrenamiento de fuerza preoperatorio ha emergido como una intervención clave en la preparación de pacientes para procedimientos quirúrgicos, especialmente en el contexto de tratamientos oncológicos. Estudios han demostrado que la realización de ejercicios de resistencia antes de la cirugía puede mejorar significativamente los resultados postoperatorios.

**Beneficios del entrenamiento de fuerza postoperatorio:** La mayoría de los estudios citados en esta revisión sobre el ejercicio postoperatorio demuestran que el entrenamiento de fuerza es fundamental para mantener y mejorar la movilidad y la funciona-

lidad de los pacientes tras la cirugía. Diversas investigaciones han evidenciado que la implementación de programas de ejercicio de resistencia después de procedimientos quirúrgicos contribuye significativamente a la recuperación funcional. Por ejemplo, en Schmitz *et al.* (2019) se encontró que los pacientes que participaron en programas de entrenamiento de fuerza postoperatorios experimentaron mejoras notables en la fuerza muscular y la movilidad, lo que facilitó su retorno a las actividades cotidianas. Estas mejoras son esenciales, ya que una recuperación más rápida de la fuerza y la movilidad reduce la dependencia de cuidados asistenciales y favorece una reintegración más eficiente a la vida diaria.

**Consideraciones clínicas del entrenamiento de fuerza:** El entrenamiento de fuerza es una intervención clave en la rehabilitación y en la mejora de la calidad de vida de los pacientes, especialmente en contextos postoperatorios y en aquellos con condiciones de salud que afectan su funcionalidad. Para implementar un programa eficaz, es crucial realizar una evaluación inicial exhaustiva que incluya pruebas de fuerza y resistencia, así como un análisis detallado del historial médico del paciente. Esto permite diseñar un programa personalizado que responda a sus necesidades específicas. La frecuencia recomendada para el entrenamiento de fuerza suele ser de 2 a 3 veces por semana, dependiendo del estado físico del paciente y del tipo de cirugía o condición. En las primeras fases de rehabilitación, se sugiere iniciar con 1-2 series de 10-12 repeticiones a una intensidad equivalente al 40-60% del 1RM. Este enfoque permite la adaptación al ejercicio sin un riesgo elevado de lesiones. A medida que la fuerza mejora, se puede incrementar progresivamente a 3-4 series, asegurando siempre una correcta ejecución técnica y una adecuada supervisión. La velocidad de ejecución del ejercicio también es un factor determinante. Se recomienda que la fase concéntrica (contracción muscular) se realice de forma controlada, mientras que la fase excéntrica (elongación muscular) puede ejecutarse de manera más lenta para mejorar el control muscular y fomentar la hipertrofia.

La variabilidad en los ejercicios es esencial para evitar la adaptación y el estancamiento del progreso. Generalmente, se sugiere modificar el programa cada 4-6 semanas, incorporando nuevos ejercicios o ajustando las series y repeticiones para mantener la progresión.

**Prevención de lesiones y monitoreo del paciente:** Garantizar la seguridad del paciente es una prioridad en cualquier programa de entrenamiento. Para ello, se deben adoptar medidas como un calentamiento adecuado, que incluyan ejercicios de movilidad articular y estiramientos dinámicos, preparando así el cuerpo para el esfuerzo físico. Además, es fundamental estar atentos a señales de alarma como dolor persistente o fatiga excesiva, ajustando o suspendiendo los ejercicios si es necesario. El monitoreo continuo de la evolución del paciente es clave para optimizar los resultados. La reevaluación periódica permite ajustar la intensidad, modificar los ejercicios o variar la frecuencia del entrenamiento según los avances observados. Este enfoque progresivo no solo maximiza los beneficios físicos, sino que también mantiene la motivación y el compromiso del paciente con su rehabilitación.

**Importancia de la educación y el enfoque multidisciplinario:** Educar al paciente sobre los beneficios del entrenamiento de fuerza es fundamental para fomentar la adherencia al programa. Informarlo

sobre cómo el ejercicio contribuye a mejorar la funcionalidad, la fuerza muscular, la movilidad y la prevención de complicaciones a largo plazo puede ser un poderoso motivador. Asimismo, crear un entorno de apoyo, en el que los pacientes puedan expresar sus inquietudes y logros, puede fortalecer su compromiso con el proceso de recuperación. Finalmente, la colaboración interdisciplinaria con otros profesionales de la salud, como fisioterapeutas, nutricionistas y médicos, permite un enfoque integral que maximiza los beneficios del entrenamiento de fuerza. Esta sinergia facilita el abordaje no solo de los aspectos físicos de la recuperación, sino también de las necesidades emocionales y psicológicas de los pacientes, mejorando su bienestar general.

**Entrenamiento aeróbico:** Mejora la capacidad cardiovascular y la resistencia general, y se caracteriza por una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, con sesiones de entre 20 y 90 minutos. Las actividades típicas incluyen caminar en cinta, nadar, andar en bicicleta o clases de aeróbicos. La intensidad se ajusta entre el 50% y el 90% de la FCmax y el Vo2max.

**Metodología:** Ejercicios diseñados para mejorar la eficiencia del sistema cardiovascular y aumentar la resistencia. En tipos de entrenamiento continuo se mantiene una intensidad constante durante toda la sesión. En tipos de entrenamiento por intervalo se alternan períodos de alta y baja intensidad. La intensidad y la duración de los ejercicios se incrementan gradualmente para evitar el agotamiento y maximizar los beneficios cardiovasculares. La Tabla 4 describe los métodos utilizados para desarrollar la resistencia aeróbica a través de la combinación de entrenamiento de fuerza y aeróbico, con el objetivo de maximizar los beneficios de ambos tipos de ejercicio para una recuperación óptima. El programa alterna sesiones de fuerza y aeróbicas a lo largo de la semana, con una duración de entre 30 y 60 minutos por sesión, dependiendo del enfoque. La dosis y progresión se ajustan según la respuesta del paciente, mejorando sus capacidades físicas y calidad de vida. Se planifica asegurando tiempos adecuados de recuperación, mientras que el entrenamiento de fuerza mejora la masa muscular y el metabolismo, y el aeróbico contribuye a la resistencia cardiovascular y la reducción de la fatiga. Los programas se personalizan según las necesidades, el estado de salud y las capacidades individuales de cada paciente. Además, se enfatiza la correcta técnica para prevenir lesiones, especialmente en pacientes con linfedema o condiciones relacionadas con el cáncer, y el entrenamiento se supervisa por profesionales capacitados, realizando seguimientos periódicos para ajustar el programa conforme a la evolución del paciente.

**Tabla 4:** características generales entrenamiento aeróbico.

Método	Calentamiento	Frecuencia semanal	Duración de Sesiones (min)	Intervalo de Trabajo	Intervalo de Recuperación	Duración semanas	Porcentaje Vo2max
HIIT	10 MIN. 40%	3	30	30s	30s	6	90% Vo2max
MCT	10 MIN. 40%	4	40	0	0	38	35-50% Vo2max

Nota: HIIT: *High-Intensity Interval Training* (entrenamiento interválico de alta intensidad). MCT: *Moderate-Intensity Continuous Training* (entrenamiento continuo de intensidad moderada).

## Discusión

En la fase de supervivencia aguda, los pacientes se someten a una gama de modalidades terapéuticas, incluida la cirugía, así como tratamientos neoadyuvantes y adyuvantes. Aunque las medidas de atención de apoyo pueden mejorar algunos de los efectos secundarios que surgen de estas terapias, la mayoría de los sobrevivientes de cáncer continúan lidiando con diversos grados de efectos adversos relacionados con el tratamiento (Antunes *et al.*, 2023). La investigación actual enfatiza que el ejercicio es generalmente seguro y beneficioso para la mayoría de las personas antes, durante y después del tratamiento contra el cáncer.

Además de mejorar la calidad de vida y aumentar los niveles de energía para realizar actividades diarias, el ejercicio puede ayudar significativamente a mitigar los efectos secundarios del tratamiento y posiblemente reducir el riesgo de recurrencia del cáncer en el futuro (Hariharan *et al.*, 2024). La inactividad prolongada o un estilo de vida sedentario puede conducir a la pérdida de la función corporal, debilidad muscular y una reducción del rango de movimiento. Por esta razón, muchos equipos médicos recomiendan activamente a los pacientes con cáncer mantenerse físicamente activos antes, durante y después del tratamiento para mantener la salud y el funcionamiento óptimo de los sistemas fisiológicos a lo largo de la vida (Natalucci *et al.*, 2023).

Dos componentes principales que desempeñan un papel destacado en los efectos sistémicos de la salud son la capacidad respiratoria y la fuerza muscular (Bangsbo *et al.*, 2019). Estos elementos se han identificado como predictores cruciales para la función, la movilidad, la independencia y la capacidad de llevar a cabo las actividades diarias (Benfica *et al.*, 2019). Estos hallazgos están respaldados por una sólida evidencia científica, con un nivel de evidencia A y recomendación de clase 1 (López *et al.*, 2022). Además, se ha establecido que la cantidad de actividad física moderada a vigorosa realizada semanalmente se asocia inversamente con la mortalidad por todas las causas (Macari *et al.*, 2021). Bajo esta perspectiva, tanto el ejercicio de fuerza como el de resistencia han demostrado beneficios sustanciales en el tratamiento, la intervención quirúrgica y en los sobrevivientes de cáncer de mama (Pinto *et al.*, 2024).

Sin embargo, la efectividad de los programas de entrenamiento en rehabilitación depende de varios factores clave, entre los cuales se destacan la intensidad, el volumen y la frecuencia del entrenamiento (Geidl *et al.*, 2020). La intensidad programada es un factor crítico en los diferentes métodos de entrenamiento de fuerza (Caruso *et al.*, 2016). Es crucial señalar la alta especificidad requerida en la tarea del movimiento y la adaptación humana, que abarca patrones de movimiento, características de las acciones musculares, velocidad, rango de movimiento, grupos musculares involucrados, sistemas energéticos, frecuencia, descanso, orden de ejercicios, intensidad, volumen y métodos de entrenamiento (Liguori & American College of Sports Medicine, 2021).

Estos factores son determinantes para los efectos específicos en diversas poblaciones, principalmente personas con patologías crónicas (Lin *et al.*, 2023). Es fundamental contar con una medida objetiva de la intensidad de la fuerza y utilizar métodos de entrenamiento adaptados a las necesidades y capacidades individuales, minimizando así el riesgo de lesiones y promoviendo una progresión segura en el rendimiento físico (Stone *et al.*, 2022). La evidencia respalda la importancia del ejercicio y el entrenamiento de fuerza en la mejora de la salud y el bienestar en diversas poblaciones (Uth *et al.*, 2020). Evaluar la fuerza y ajustar la intensidad de los programas de entrenamiento en función de criterios individuales es esencial para maximizar los beneficios y garantizar la seguridad de los participantes en tratamiento o post operatorios en cáncer de mama (Lovelace *et al.*, 2019). Por lo tanto, el propósito fundamental de esta revisión sistemática es analizar y establecer parámetros de dosificación específicos para el entrenamiento de fuerza en mujeres sobrevivientes de cáncer de mama, basados en la literatura científica actual, ya que este criterio, la dosificación específica inadecuada de ejercicio, puede subestimar algunos de los beneficios del ejercicio. Mejorar la notificación de las prescripciones de ejercicio en los ensayos de oncología del ejercicio permitirá recomendaciones más específicas sobre los tipos y dosis de ejercicio en las pautas de ejercicio publicadas para los sobrevivientes de cáncer de mama (Fang *et al.*, 2020).

## Conclusiones

El entrenamiento de fuerza y aeróbico en pacientes con cáncer, las conclusiones principales son las siguientes: Beneficios Generales del Ejercicio: El ejercicio, ya sea de fuerza o aeróbico, es seguro y beneficioso para la mayoría de los pacientes con cáncer. Ayuda a mejorar la calidad de vida, aumenta los niveles de energía y puede mitigar los efectos secundarios del tratamiento. Importancia de la Regularidad y la Adaptación: La regularidad en la práctica del ejercicio es crucial para obtener beneficios significativos. La frecuencia óptima parece ser de 2 a 3 sesiones por semana para ambos tipos de entrenamiento, con sesiones que generalmente duran entre 30 y 60 minutos. Variabilidad en los Protocolos: Existe variabilidad en los protocolos utilizados en los estudios revisados, especialmente en términos de intensidad (% de 1RM o Vo2max), número de series y repeticiones, y tiempos de descanso. Adaptar estos parámetros a las necesidades individuales puede maximizar los beneficios del ejercicio. Efectividad del Entrenamiento de Fuerza y Aeróbico: Tanto el entrenamiento de fuerza como el aeróbico han mostrado ser efectivos para mejorar la fuerza muscular, la capacidad aeróbica y la calidad de vida en pacientes con cáncer. La intensidad del ejercicio juega un papel crucial en la determinación de los resultados.

Recomendaciones Clínicas: Es crucial que los programas de ejercicio sean supervisados y adaptados por profesionales de la salud, considerando el estado de salud individual y las capacidades de cada paciente. Esto garantiza una implementación segura y efectiva del ejercicio como parte del tratamiento integral del cáncer. En resumen, el ejercicio estructurado y adaptado puede ser una herramienta poderosa para mejorar el bienestar físico y emocional de los pacientes con cáncer. Implementar programas de ejercicio bien diseñados, con atención a la intensidad y la regularidad, puede ayudar a maximizar los beneficios y mejorar los resultados a largo

## Aplicación práctica

Las aplicaciones prácticas derivadas de la discusión sobre el entrenamiento de fuerza y aeróbico en pacientes con cáncer son diversas y pueden beneficiar tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes. Aquí algunas aplicaciones prácticas clave: Prescripción Personalizada de Ejercicio: Basado en la evidencia revisada, los profesionales de la salud pueden diseñar programas de ejercicio específicos adaptados a las necesidades individuales de los pacientes con cáncer. Esto incluye ajustes en la frecuencia, intensidad, tipo de ejercicio y duración de las sesiones para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos. Supervisión y Seguimiento Continuo: Implementar programas de ejercicio bajo supervisión médica o de profesionales capacitados es crucial para

garantizar la seguridad y la efectividad. Esto permite ajustes según la respuesta del paciente y asegura que se cumplan los objetivos de salud. Educación y Orientación: Educar a los pacientes sobre los beneficios del ejercicio durante y después del tratamiento contra el cáncer es fundamental. Proporcionar orientación sobre cómo iniciar y mantener un programa de ejercicio puede fomentar la adherencia y mejorar los resultados a largo plazo. Integración Multidisciplinaria: Colaborar con equipos multidisciplinarios que incluyan oncólogos, fisioterapeutas, nutricionistas y psicólogos puede optimizar la atención integral del paciente. Esto asegura que el ejercicio se adapte de manera efectiva a otras modalidades de tratamiento y necesidades clínicas del paciente. Investigación y Desarrollo Continuo: Continuar investigando y desarrollando estudios sobre el ejercicio en pacientes con cáncer es esencial para mejorar las prácticas clínicas. Identificar nuevas estrategias, modalidades de ejercicio y técnicas de evaluación puede ampliar las opciones de tratamiento y mejorar los resultados a largo plazo. Promoción de Estilos de Vida Saludables: Utilizar el ejercicio como parte de una estrategia integral para promover estilos de vida saludables en pacientes con cáncer. Esto no solo mejora la salud física, sino también el bienestar emocional y la calidad de vida general.

## Limitaciones

Las limitaciones asociadas con el entrenamiento de fuerza y aeróbico en pacientes con cáncer son importantes consideraciones que afectan tanto la implementación como los resultados de estos programas. Aquí se destacan algunas limitaciones clave: Heterogeneidad de los Pacientes: Los pacientes con cáncer pueden presentar una amplia variabilidad en términos de edad, tipo y etapa del cáncer, tratamiento recibido, estado físico y tolerancia al ejercicio. Esto dificulta la estandarización de los programas de ejercicio y puede requerir ajustes personalizados que afecten la generalización de los resultados. Comorbilidades y Contraindicaciones: Algunos pacientes pueden tener comorbilidades significativas o contraindicaciones para ciertos tipos de ejercicio. Por ejemplo, problemas cardíacos, neuropatías periféricas o fragilidad ósea pueden limitar la capacidad de participar en ejercicios de alta intensidad o levantamiento de pesas. Adherencia al Programa de Ejercicio: A pesar de los beneficios demostrados del ejercicio, la adherencia a largo plazo puede ser un desafío. Factores como la fatiga relacionada con el cáncer, el tiempo de recuperación post-tratamiento, la falta de motivación o el acceso limitado a instalaciones adecuadas pueden influir en la participación regular en programas de ejercicio. Evidencia Limitada en Algunos Contextos: Aunque hay evidencia creciente sobre los beneficios del ejercicio en pacientes con cáncer, aún existen lagunas en la investigación. Por ejemplo, la mayoría de los estudios se centran en tipos específicos de cáncer o etapas del

tratamiento, lo que limita la generalización de los hallazgos a otras poblaciones o condiciones. Desafíos Logísticos y de Recursos: La implementación de programas de ejercicio puede enfrentar desafíos logísticos como la disponibilidad de instalaciones adecuadas, la capacitación del personal y los recursos financieros para sostener iniciativas a largo plazo. Esto puede limitar el acceso equitativo a los beneficios del ejercicio entre los pacientes con cáncer. Efectos Psicológicos y Emocionales: Algunos pacientes pueden experimentar estrés emocional, ansiedad o depresión relacionados con el diagnóstico y el tratamiento del cáncer, lo que puede afectar su disposición para participar en programas de ejercicio. Necesidad de Supervisión Especializada: Debido a las consideraciones médicas y físicas específicas de los pacientes con cáncer, es crucial que los programas de ejercicio estén supervisados por profesionales capacitados. Esto puede limitar la escalabilidad de los programas y requerir recursos adicionales.

## Reconocimientos

**Fuentes de financiamiento:** financiamiento propio

**Conflicto de interés:** autores declaran no tener conflictos de interés.

## Contribuciones declaradas por los autores

**Mauricio Tauda-Tauda:** Escritura – Borrador Original; Escritura – Revisión y Edición; Conceptualización; Análisis Formal; Investigación.

**Eduardo Cruzat-Bravo:** Conceptualización; Análisis Formal; Investigación.

**Yoselyn Reyes-Sánchez:** Conceptualización; Metodología; Administración del Proyecto.

**Felipe Suárez-Rojas:** Curación de Datos.

**Raúl Alarcón-Arredondo:** Escritura – Borrador Original.

## Referencias

- Antunes P, Joaquim A, Sampaio F, Nunes C, Ascensão A, Vilela E, Teixeira M, Capela A, Amarelo A, Marques C, Viamonte S, Alves A, & Esteves D. (2023). Effects of exercise training on cardiac toxicity markers in women with breast cancer undergoing chemotherapy with anthracyclines: A randomized controlled trial. *European Journal of Preventive Cardiology*, 30(9). <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad063>
- Ammitzbøll G, Johansen C, Lanng C, Andersen E W, Kroman N, Zerahn B, Hyldegaard O, Wittenkamp M C, & Dalton S O (2019). Progressive resistance training to prevent arm lymphedema in the first year after breast cancer surgery: Results of a randomized controlled trial: Exercise for Prevention of Arm Lymphedema. *Cancer* **125**(10), 1683–1692 <https://doi.org/10.1002/cncr.31962>
- Anderson L, Oldridge N, Thompson D R, Zwisler AD, Rees K, Martin N, & Taylor R S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology* **67**(1), 1–12 <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.044>
- Bangsbo J, Blackwell J, Boraxbekk C-J, Caserotti P, Dela F, Evans A B, Jespersen A P, Gliemann L, Kramer A F, Lundbye-Jensen J, Mortensen E L *et al.* (2019). Copenhagen Consensus statement 2019: physical activity and ageing. *British Journal of Sports Medicine* **53**(14), 856–858 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100451>
- Bhatt N R, Boland M R, McGovern R, Lal A, Tormey S, Lowery A J, & Merriga B A (2018). Upper limb lymphedema in breast cancer patients in the era of Z0011, sentinel lymph node biopsy and breast conservation. *Irish Journal of Medical Science* **187**(2), 327–331. <https://doi.org/10.1007/s11845-017-1658-0>
- Bedillion M F, Ansell E B, & Thomas G A (2019). Cancer treatment effects on cognition and depression: The moderating role of physical activity. *Breast (Edinburgh, Scotland)* **44**, 73–80 <https://doi.org/10.1016/j.breast.2019.01.004>
- Benfica P do A, Aguiar L T, Brito S A F de, Bernardino L H N, Teixeira-Salmela L F & Faria C D C de M (2018). Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy* **22**(5), 355–369 <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.02.006>
- Caruso F R, Junior J C B, Mendes R G, Sperling M P, Arakelian V M, Bassi D, Arena R, & Borghi-Silva A (2016). Hemodynamic and metabolic response during dynamic and resistance exercise in different intensities: a cross-sectional study on implications of intensity on safety and symptoms in patients with coronary disease. *American Journal of Cardiovascular Disease* **6**(2), 36–45
- Carvalho L, Junior R M, Barreira J, Schoenfeld B J, Orazem J, & Barroso R. (2022). Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* **47**(4), 357–368 <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0515>

- Dieli-Conwright C M, Courneya K S, Demark-Wahnefried W, Sami N, Lee K, Sweeney F C, Stewart C, Buchanan T A, Spicer D, Tripathy D, Bernstein L, & Mortimer J E (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Research: BCR* **20**(1) 124. <https://doi.org/10.1186/s13058-018-1051-6>
- Dong X, Yi X, Gao D, Gao Z, Huang S, Chao M, Chen W, & Ding M (2019). The effects of the combined exercise intervention based on internet and social media software (CEIBISMS) on quality of life, muscle strength and cardiorespiratory capacity in Chinese postoperative breast cancer patients: a randomized controlled trial. *Health and Quality of Life Outcomes* **17**, 109 <https://doi.org/10.1186/s12955-019-1183-0>
- De Jesus Leite M A F, Mariano I M, Dechichi J G C, Giolo J S, Gonçalves Á de C, & Puga G M (2021). Exercise training and detraining effects on body composition, muscle strength and lipid, inflammatory and oxidative markers in breast cancer survivors under tamoxifen treatment. *Life Sciences* **284**(119924), 119924. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119924>
- Esteban-Simón A, Díez-Fernández D M, Rodríguez-Pérez M A, Artés-Rodríguez E, Casimiro-Andújar A J, & Soriano-Maldonado A. (2024). Does a resistance training program affect between-arms volume difference and shoulder-arm disabilities in female breast cancer survivors? The role of surgery type and treatments. Secondary outcomes of the EFICAN trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* **105**(4), 647–654 <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.11.010>
- Falstie-Jensen A M, Esen B Ö, Kjærsgaard A, Lorenzen E L, Jensen J D, Reinertsen K V, Dekkers O M, Ewertz M, & Cronin-Fenton D P. (2020). Incidence of hypothyroidism after treatment for breast cancer—a Danish matched cohort study. *Breast cancer research: BCR* **22**(1), 106. <https://doi.org/10.1186/s13058-020-01337-z>
- Falz R, Bischoff C, Thieme R, Tegtbur U, Hillemanns P, Stolzenburg J-U, Aktas B, Bork U, Weitz J, Lässig J, Leps C, Voß J, Lordick F, Schulze A, Gockel I, & Busse M (2023). Effect of home-based online training and activity feedback on oxygen uptake in patients after surgical cancer therapy: a randomized controlled trial. *BMC medicine* **21**(1), 293. <https://doi.org/10.1186/s12916-023-03010-6>
- Fang S-Y, Wang Y-L, Lu W-H, Lee K-T, Kuo Y-L, & Fetzer S J (2020). Long-term effectiveness of an E-based survivorship care plan for breast cancer survivors: A quasi-experimental study. *Patient Education and Counseling* **103**(3), 549–555 <https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.09.012>
- Folorunso S A, Abdus-Salam A A, Ntekim A I, Oladeji A A, Jimoh M A, & Folorunso A O. (2024). Sociodemographic and treatment-related correlates of fatigue in breast cancer survivors at an oncology clinic in Nigeria. *Ecancer* **18**, 1659. <https://doi.org/10.3332/ecancer.2024.1659>
- Fukushima T, Suzuki K, Tanaka T, Okayama T, Inoue J, Morishita S, & Nakano J. (2024). Global quality of life and mortality risk in patients with cancer: a systematic review and meta-analysis. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation* **33**(10), 2631–2643. <https://doi.org/10.1007/s11136-024-03691-3>
- Geidl W, Abu-Omar K, Weege M, Messing S, & Pfeifer K (2020). German recommendations for physical activity and physical activity promotion in adults with noncommunicable diseases. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **17**(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0919-x>
- Hariharan R, Hood L, & Price N D. (2024). A data-driven approach to improve wellness and reduce recurrence in cancer survivors. *Frontiers in oncology* **14** <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1397008>
- Hasenoehrl T, Keilani M, Palma S, & Crevenna R. (2020). Resistance exercise and breast cancer related lymphedema – a systematic review update. *Disability and Rehabilitation* **42**(1), 26–35 <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1514663>
- Hiensch A E, Mijwel S, Bargiela D, Wengström Y, May A M, & Rundqvist H. (2021). Inflammation mediates exercise effects on fatigue in patients with breast cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **53**(3), 496–504 <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002490>
- Kavak S K, & Kavak E E. (2024). Fatigue and sleep quality improvement through complete decongestive therapy in postmastectomy lymphedema: An investigative analysis. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer* **32**(6), 392. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08590-4>
- Lee K, Tripathy D, Demark-Wahnefried W, Courneya K S, Sami N, Bernstein L, Spicer D, Buchanan T A, Mortimer J E, & Dieli-Conwright C M (2019) Effect of aerobic and resistance exercise intervention on cardiovascular disease risk in women with early-stage breast cancer: A randomized clinical trial. *JAMA Oncology* **5**(5), 710–714 <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2019.0038>
- Lin Y, Chen Y, Liu R, & Cao B. (2023). Effect of exercise on rehabilitation of breast cancer surgery patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nursing Open* **10**(4), 2030–2043. <https://doi.org/10.1002/nop2.1518>

- Liguori G, & American College of Sports Medicine. (2021). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio* (4ª ed.). Vitalsource.
- López P, Radaelli R, Taaffe D R, Newton R U, Galvão D A, Trajano G S, Teodoro J L, Kraemer W J, Häkkinen K, & Pinto R S (2021) Resistance training load effects on muscle hypertrophy and strength gain: Systematic review and network meta-analysis *Medicine and Science in Sports and Exercise* **53**(6), 1206–1216 <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002585>
- Lovelace D L, McDaniel L R, & Golden D (2019) Long term effects of breast cancer surgery, treatment, and survivor care *Journal of Midwifery & Women's Health*, **64**(6), 713–724 <https://doi.org/10.1111/jmwh.13012>
- Luz RPC, Simao Haddad CA, Rizzi SKL de A, Elias S, Nazario ACP, & Facina G (2018) Complex therapy physical alone or associated with strengthening exercises in patients with lymphedema after breast cancer treatment: A controlled clinical trial *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP* **19**(5), 1405–1410 <https://doi.org/10.22034/APJCP.2018.19.5.1405>
- Macari A, Soberanis-Pina P, Varela-Santoyo E, Valle-Sanchez M A, Leal-Hidalgo J L, Torres-Guillen V M, Motola-Kuba D, Ruiz-Morales J M, & Dorantes-Heredia R (2021) Prevalence and molecular profile of breast carcinoma using immunohistochemistry markers in Mexican women. *World Journal of Oncology* **12**(4), 119–123 <https://doi.org/10.14740/wjon1392>
- Martínez Aguirre-Betolaza A, Dobaran Amezua A, Yagin F H, Cacicedo J, Olasagasti-Ibargoiien J, & Castañeda-Babarro A (2024) Do oncologists recommend the “pill” of physical activity in their practice? Answers from the oncologist and patients' perspectives *Cancers* **16**(9), 1720 <https://doi.org/103390/cancers16091720>
- Maximov PY, Abderrahman B, Fanning SW, Sengupta S, Fan P, Curpan RF, Rincon DMQ, Greenland JA, Rajan SS, Greene GL y Jordan VC (2018) Endoxifeno, 4-hidroxitamoxifeno y un derivado estrogénico modulan la apoptosis mediada por el complejo receptor de estrógeno en el cáncer de mama *Molecular Pharmacology* **94** (2), 812–822 <https://doi.org/101124/mol117111385>
- Natalucci V, Ferri Marini C, De Santi M, Annibalini, G, Lucertini F, Vallorani L, Panico A R, Sisti D, Saltarelli R, Donati Zeppa S, Agostini D, Gervasi M, Baldelli G, et al. (2023) Movement and health beyond care, MoviS: study protocol for a randomized clinical trial on nutrition and exercise educational programs for breast cancer survivors. *Trials* **24**(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07153-y>
- Uth J, Frstrup B, Sørensen V, Helge EW, Christensen MK, Kjærgaard JB, Møller TK, Mohr M, Helge JW, Jørgensen NR, Rørth M, Vadstrup ES, Krusturup P (2020). Exercise intensity and cardiovascular health outcomes after 12 months of football fitness training in women treated for stage I-III breast cancer: Results from the football fitness After Breast Cancer (ABC) randomized controlled trial. *Progress in cardiovascular diseases* **63**(6), 792–799. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.08.002>
- Pinto BM, Patel A, Ostendorf DM, Huebschmann AG, Dunsiger SI, & Kindred MM (2024) Adapting an efficacious peer-delivered physical activity program for survivors of breast cancer for web platform delivery: Protocol for a 2-phase study *JMIR Research Protocols* **13**, e52494 <https://doi.org/10.2196/52494>
- Pudkasam S, Polman R, Pitcher M, Fisher M, Chinlumprasert N, Stojanovska L, & Apostolopoulos V (2018) Physical activity and breast cancer survivors: Importance of adherence, motivational interviewing and psychological health *Maturitas* **116**, 66–72 <https://doi.org/101016/j.maturitas201807010>
- Schmitz KH, Troxel AB, Dean LT, DeMichele A, Brown JC, Sturgeon K, Zhang Z, Evangelisti M, Spinelli B, Kallan MJ, Denlinger C, Cheville A, Winkels RM, Chodosh L, & Sarwer DB (2019) Effect of home-based exercise and weight loss programs on breast cancer-related lymphedema outcomes among overweight breast cancer survivors: The WISER survivor randomized clinical trial. *JAMA Oncology* **5**(11), 1605–1613. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2019.2109>
- Stone M H, Hornsby W G, Suarez D G, Duca M, & Pierce K C (2022) Training specificity for athletes: Emphasis on strength-power training: A narrative re-view *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* **7**(4), 102 <https://doi.org/10.3390/jfkm7040102>
- Sitjar P H S, Tan S Y, Wong M, Li J, Jalil R B A, Aw H, Lim E H, & Goh J (2024) Combined aerobic and strength exercise training on biological ageing in Singaporean breast cancer patients: protocol for the Breast Cancer Exercise Intervention (BREXINT) Pilot Study *GeroScience* **46**(6), 6029–6038 <https://doi.org/101007/s11357-024-01145-9>
- Soriano-Maldonado A, Díez-Fernández D M, Esteban-Simón A, Rodríguez-Pérez M A, Artés-Rodríguez E, Casimiro-Artés M A, Moreno-Martos H, Toro-de-Fe-derico A, Hachem-Salas N, Bartholdy C, Henriksen M, & Casimiro-Andújar A J (2023) Effects of a 12-week supervised resistance training program, combined with home-based physical activity, on physical fitness and quality of life in female breast cancer survivors: the EFI-CAN randomized controlled trial. *Journal of Cancer Survivorship* **17**(5), 1371–1385 <https://doi.org/101007/s11764-022-01192-1>

Sweeney F C, Demark-Wahnefried W, Courneya K S, Sami N, Lee K, Tripathy D, Yamada K, Buchanan T A, Spicer DV, Bernstein L, Mortimer J E, & Dieli-Conwright C M (2019) Aerobic and resistance exercise improves shoulder function in women who are overweight or obese and have breast cancer: A randomized controlled trial *Physical Therapy* **99**(10), 1334–1345 <https://doi.org/101093/ptj/pzz096>

Siegel R L, Miller K D, & Jemal A (2019) Cancer statistics, 2019 *CA: A Cancer Journal for Clinicians* **69**(1), 7–34 <https://doi.org/103322/caac21551>

Taylor R S, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, Skidmore B, Stone J A, Thompson D R, & Oldridge N (2004) Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic re-view and meta-analysis of randomized controlled trials *The American Journal of Medicine* **116**(10), 682–692 <https://doi.org/101016/jamjmed200401009>

Wang TC, Chen PL, Liao WC, & Tsai IC (2023) Differential impact of exercises on quality-of-life improvement in breast cancer survivors: A network meta-analysis of randomized controlled trials *Cancers* **15**(13), 3380 <https://doi.org/103390/cancers15133380>

Yasutake K, Kumahara H, Shiose K, Kawano M, & Michishita R (2024) Association between grip strength and electrical properties measured by bioimpedance spectroscopy in women with dementia aged 77 to 97 years living in group homes *Medicine international* **4**(4) <https://doi.org/103892/mi2024157>

## Erosión en dientes primarios: una revisión narrativa

### Erosion in primary teeth: A narrative review

Francisca Muñoz-Valle<sup>1,\*</sup> , Andrea Cárdenas-Díaz<sup>1</sup> , Camila Commentz-Chateau<sup>1</sup> 

#### Resumen

**Introducción:** La importancia del estudio de la erosión en dientes primarios radica principalmente en el aumento de la prevalencia mundial en niños y adolescentes. Los niños que presentan desgaste dentario erosivo en dientes primarios tienen de 4 a 5 veces más probabilidades de presentar esta condición en los dientes permanentes. Se ha visto que algunas de las complicaciones que se pueden observar derivadas del proceso de erosión son el compromiso estético, la hipersensibilidad, pérdida de funcionalidad, y en casos más graves, exposiciones pulpares, condiciones por las cuales los pacientes tienen que someterse a tratamientos rehabilitadores o endodónticos más complejos, comprometiendo el pronóstico de los dientes. El objetivo de este trabajo es describir aspectos clínicos y de manejo de la erosión en niños según la evidencia científica disponible. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión narrativa. La búsqueda, realizada en abril del 2024, no limitó fecha de publicación. Se utilizó la base de datos PubMed, Cochrane y libros disponibles del tema. Se emplearon los términos: "Children", "Erosive tooth", "Primary dentition" y "Tooth wear" en español e inglés. **Conclusión:** Debido al aumento de la prevalencia de la erosión dentaria en niños observada clínicamente, es necesario aumentar las medidas de prevención y educación en los factores de riesgo para esta condición. Una estrategia fundamental de la odontopediatría es establecer hábitos saludables, que tendrán el objetivo de evitar las complicaciones futuras a nivel dentario de los niños y futuros adultos.

**Palabras clave:** erosión; dientes primarios; desgaste dental erosivo.

#### Abstract

**Introduction:** The importance of studying erosion in primary teeth lies mainly in the increasing global prevalence among children and adolescents. Children with erosive tooth wear in primary teeth are 4 to 5 times more likely to develop this condition in permanent teeth. Some complications arising from the erosion process include aesthetic compromise, hypersensitivity, loss of functionality, and pulp exposures in more severe cases. These conditions often require patients to undergo more complex rehabilitative or endodontic treatments, jeopardizing the prognosis of the teeth. This study aims to describe the clinical aspects and management of erosion in children based on the available scientific evidence. **Materials and methods:** A narrative review was conducted. The search, performed in April 2024, did not limit the publication date. The databases PubMed, Cochrane and relevant books on the subject were used. The search terms included: "Children," "Erosive tooth," "Primary dentition," and "Tooth wear," in both English and Spanish. **Conclusion:** Due to the observed clinical increase in the prevalence of dental erosion in children, it is necessary to enhance preventive measures and education on the risk factors for this condition. A fundamental strategy in pediatric dentistry is establishing healthy habits to prevent future dental complications in children and adults.

**Keywords:** erosion; primary teeth; erosive dental wear.

Fecha de envío: 2024-10-18 - Fecha de aceptación: 2025-05-21

#### Introducción

La erosión en dientes primarios se refiere a la pérdida irreversible de sustancia dental mineralizada por un proceso químico debido a exposición a ácidos, en el cual no están involucradas las bacterias.

Esta condición es cada vez más frecuente de ver en la práctica clínica (Yip *et al.*, 2022).

Un concepto que suele confundirse con el de erosión, es el de desgaste dentario erosivo (DDE), descrito en la literatura como el

(1) Escuela de Odontología. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

\* Autora de correspondencia: [fmunozvalle@uc.cl](mailto:fmunozvalle@uc.cl)



resultado de los procesos químico-mecánicos en el diente, característica que lo diferencia de la erosión, ya que estará influenciado por la acción de las fuerzas mecánicas como podrían ser las de un cepillado traumático, en donde se eliminará la capa vulnerable de esmalte generando pérdida de sustancia (Lussi *et al.*, 2023).

La importancia del estudio de la erosión en dientes primarios radica principalmente en el aumento de la prevalencia mundial en niños y adolescentes, lo cual ha despertado gran interés en su estudio e investigación. Se estima que esta condición en niños menores de 7 años tiene una prevalencia de 39,6%. Se logra ver que en dientes primarios su prevalencia es de alrededor de un 30 a 50%, y en dientes permanentes en un 20 a 45%. Una de las principales causas asociada a esta alta prevalencia es la fuerte asociación con los cambios de hábitos alimentarios que ha experimentado la población en los últimos años, en relación con el aumento considerable de consumo de bebidas y alimentos ácidos, lo cual tiene relación con la fuerte asociación que existe entre el proceso erosivo y el consumo de bebidas azucaradas (Koch & Poulsen, 2011; Abanto *et al.*, 2020). Un claro ejemplo, es que solo en Chile, la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA) del año 2014 mostró que un 81,2% de la población consumía bebidas azucaradas, hecho que aumentaba conforme disminuye el nivel socioeconómico del individuo (Ministerio de Salud, 2014).

Una consideración que se debe tener presente para enfocarse en un temprano diagnóstico y tratamiento es que los niños que presentan desgaste dentario erosivo en dientes primarios tienen de 4 a 5 veces más probabilidades de presentar esta condición en los dientes permanentes (Abanto *et al.*, 2020). Se ha visto que algunas de las complicaciones que se pueden observar derivadas del proceso de erosión son el compromiso estético, la hipersensibilidad, pérdida de funcionalidad, y en casos más graves, exposiciones pulpares, condiciones por las cuales los pacientes tienen que someterse a tratamientos rehabilitadores o endodónticos más complejos, comprometiendo el pronóstico de los dientes (Yip *et al.*, 2022).

En un estudio alemán en donde se tomaron 465 niños de entre 2 y 7 años mostró una prevalencia de erosión del 32%, la que fue en ascenso a medida que aumentaba la edad de los niños. Se vio además que los dientes más afectados fueron los primeros y segundos incisivos superiores primarios (15,5-25%) seguidos de los caninos (10,5-12%) en donde las lesiones erosivas a menudo se localizaban incisalmente (51,2%) o afectaban múltiples superficies (28,9%) (Wiegand *et al.*, 2006).

La presente revisión narrativa tiene como objetivo describir aspectos clínicos y de manejo de la erosión en niños según la evidencia científica disponible.

## Método

Se realizó una revisión narrativa. La búsqueda, realizada en abril del 2024, no limitó fecha de publicación. Se utilizó la base de datos PubMed, Cochrane y libros disponibles del tema. Se emplearon los términos: "Children", "Erosive tooth", "Primary dentition" y "Tooth wear". En español e inglés.

## Etiología

Tradicionalmente los factores etiológicos de la erosión dental se han dividido en dos grandes grupos: los factores intrínsecos y los factores extrínsecos. En donde los de origen extrínsecos son aquellos que se asocian a alimentos, bebidas o fármacos ácidos y los de origen intrínseco se caracterizan porque los ácidos del estómago toman contacto con la boca, como es en el caso del reflujo gastroesofágico o la bulimia. Por otra parte, en la erosión idiopática no existe una etiología conocida (Torres *et al.*, 2016; Auad & Rios, 2017).

## Factores intrínsecos de erosión dental

### Reflujo gastroesofágico (RGE)

Varios estudios han mostrado una fuerte asociación entre RGE y erosión dental en niños. Esta condición, si bien se presenta de manera fisiológica entre los bebés alcanzando una prevalencia en de 50% en menores de 3 meses, con el paso de los meses debería disminuir de manera gradual. No obstante, se ha observado una prevalencia entre 1,8% y 22 % en niños (Lechien *et al.*, 2020). El RGE se caracteriza por episodios cortos de peristaltismo esofágico, seguido de la acción de la saliva que neutraliza el contenido ácido del estómago en la boca. Es por esto por lo que se produce una caída del pH oral a valores menores a 4 lo que se traduce en un riesgo de presentar lesiones erosivas (Yip *et al.*, 2022). Se ha demostrado que el jugo gástrico tiene un mayor potencial para causar erosión dental tanto en el esmalte como en la dentina, en comparación con ácidos extrínsecos (Li *et al.*, 2022).

### Bulimia

Los trastornos alimenticios son comunes en adolescentes, pero también se han descrito en niños (Sattler *et al.*, 2020) y se relacionan directamente con el riesgo a presentar erosiones, ya que los vómitos son autoinducidos después de episodios de atracones y las consecuencias son que el ácido estomacal produce una disminución en el pH oral. También, se debe considerar que en muchas ocasiones los jóvenes se cepillan los dientes inmediatamente después del vómito para enmascarar sabor u olor desagradable, aumentando el riesgo de erosión al incorporar el factor mecánico (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020), que puede eliminar la capa externa del diente dejando expuesta la capa descalcificada que

requiere remineralización con el tiempo (Nijakowski *et al.*, 2023). Además, se ha observado que cuando la erosión dental surge por trastornos alimenticios, su progresión es más rápida en comparación con casos de dieta o consumo de bebidas ácidas (Inchingolo *et al.*, 2023).

## Factores extrínsecos de erosión dental

### Dieta

La dieta está muy asociada con la incidencia de erosión dental. Esto se puede evidenciar en el consumo de bebidas azucaradas o alimentos ácidos. Las bebidas carbonatadas como los refrescos, las bebidas deportivas y jugos cítricos, al igual que los alimentos ácidos, como comida rápida, caramelos y salsas, puede conducir a un desarrollo de erosión dental y problemas gastrointestinales. El pH ácido de estos alimentos, la frecuencia y el tiempo que estos pasan en la boca aumenta hasta 3 veces las posibilidades de desarrollar erosión (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020).

Es relevante lo que ocurre con las bebidas, ya que su consumo ha ido en aumento en los últimos años (Ministerio de Salud, 2014). Cuatro o más ingestas de sustancias ácidas pueden estar asociadas a la presencia y progresión del desgaste dental erosivo en la infancia cuando hay otro factor presente, por lo que es fundamental su control y regulación dentro de la dieta (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020).

El potencial erosivo de los alimentos está determinado por su pH, capacidad buffer, grado de saturación, concentración de calcio, concentración de fosfato e inhibidores de erosión como los fluoruros. Dentro de estos factores, el pH es considerado el principal determinante (Fresno *et al.*, 2015)

El estudio de Fresno *et al.* (2015) analizó 8 bebidas energéticas comercializadas en Chile para medir su pH y correlacionarlos con su potencial erosivo. Los resultados mostraron que todas presentaban un pH ácido y potencialmente erosivo, siendo el menor pH= 2,57 a 4°C y el mayor pH=3,30 a 17°C. Una recomendación que se realiza en el estudio es la importancia de en un futuro especificar el potencial erosivo en los envases de bebida tanto para educar a la población, como para orientar a una alimentación más saludable.

No solo se debe controlar qué se está consumiendo, si no la manera en la que se está haciendo. Algunos estudios confirman que la agitación de bebidas erosivas en la boca puede causar una desmineralización más grave considerando que muchos niños mantienen por mayor tiempo las bebidas en contacto con los dientes. En este sentido, se debe indagar en la anamnesis y preguntar en profundidad acerca de los hábitos de consumo (Abanto *et al.*, 2020). La manera de registrar esto es a través de cuestionarios acerca de

la dieta de los niños, los cuales se realizan a los padres y en donde se especifique la cantidad y frecuencia de consumo de bebidas azucaradas, así como, el momento de consumo y si este es antes de acostarse. Se documenta si el niño tiene alguna enfermedad gastrointestinal, vómitos frecuentes, reflujo gastroesofágico y el tipo y frecuencia de la medicación. Lo mismo si el niño tiene asma. Además, también se registran los hábitos de higiene, frecuencia, tipo de cepillo y uso de pasta fluorada (Wiegand *et al.*, 2006). Por otra parte, un estudio que compara 226 posibles agentes erosivos, entre los que se encuentran bebidas convencionales, bebidas energéticas, enjuagues bucales, medicamentos, jugos, frutas y bebidas alcohólicas, arrojó como resultado que los productos lácteos, té, agua mineral, cerveza pura, café y miel no tuvieron efecto de reblandecimiento del esmalte, a excepción de los aromatizados con aditivos ácidos. Incluso autores afirman el efecto protector de alimentos como la leche y el yoghurt contra la erosión, mostrando incluso un endurecimiento del esmalte del 5% (Lussi *et al.*, 2023).

### Fármacos

Existen fármacos que se encuentran asociados a la erosión dentaria de manera directa como lo son la aspirina y la Vitamina C por su pH bajo y alta cantidad de ácido titulable (Abanto *et al.*, 2020; Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020). En cambio, existen otros que lo hacen de manera indirecta a través de sus efectos secundarios de sequedad bucal o náuseas y vómitos (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020). Por otra parte, el uso de medicamentos de larga data en pacientes crónicos puede producir una reducción del flujo salival y así aumentar el riesgo erosivo. Un ejemplo de esto es el uso prolongado de broncodilatadores en asmáticos (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020). Por esta razón, la historia médica debe tener como objetivo identificar la ingesta de medicamentos que puedan producir erosión dental o xerostomía, como diuréticos, antidepresivos e inhaladores para el asma (Donovan *et al.*, 2021).

### Obesidad

La obesidad ha tenido un aumento significativo en los niños de países desarrollados y se ha observado que aquellos niños que presenten esta condición tienen mayor riesgo de presentar erosión dental. En un hospital de Inglaterra se realizó un estudio en el que se quería investigar si los niños con obesidad experimentaban más erosión y caries que los niños con peso normal (Tong *et al.*, 2014). Se evaluaron a 64 niños de los cuales 32 tenían obesidad y 32 eran sanos del grupo control. Como conclusión del estudio se demostró que los niños obesos tenían más probabilidades de tener dientes erosionados que los niños sanos, pero no hubo diferencias significativas en la tasa de caries dental (Tong *et al.*, 2014).

Esta asociación puede tener relación concomitante con los hábitos de dieta previos y consumo de bebidas carbonatadas que consu

mían los pacientes evaluados, al igual que la posible presencia de reflujo gastroesofágico que los niños con esta condición puedan presentar, la cual se ha asociado como una comorbilidad que está relacionada con la obesidad (Tong *et al.*, 2014).

**Asma**

Los medicamentos que se utilizan para tratar el asma, principalmente los inhaladores, se han asociado con erosión dental principalmente por afectar la calidad, cantidad y disminución de el pH de la saliva oral. Sin embargo, esto ha producido debate entre distintos profesionales del área odontológica (Sivaramakrishnan *et al.*, 2023).

En un metanálisis, en el que se estudió la asociación entre asma y desgaste erosivo de los dientes se concluyó que no hay resultados significativos, ya que muchos de estos pacientes poseen factores concomitantes como dieta ácida, trastornos alimenticios, consumo de bebidas ácidas, entre otras que pueden contribuir a esta condición. Incluso hay una alta prevalencia de pacientes con asma que poseen reflujo gastroesofagico por lo que se hace hincapié en el estudio que todos los pacientes asmáticos, sobretodo los que tienen sobrepeso, deben ser evaluados por reflujo o alteraciones gastroesofágicas (Sivaramakrishnan *et al.*, 2023).

En otro estudio en el que se evaluó el efecto de inhaladores como salbutamol y budesónida, sobre la rugosidad de la superficie, el color y la microdureza de los composites empaquetables y fluidos y la microdureza de los dientes. Se demostró que ambos medicamentos reducían significativamente la microdureza del esmalte dentario después de 10 días de administración y cepillado. También, la budesonida mostró mayor efecto sobre la rugosidad superficial en comparación con el salbutamol (Ibrahim *et al.*, 2023).

**Otros factores asociados**

Está descrito en la literatura que el factor socioeconómico puede ser de gran impacto en la erosión dental (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020). En Chile, se habla de que a menor ingreso las familias consumen más bebidas azucaradas, por lo que se podría relacionar con un mayor riesgo de presentar un proceso erosivo (Ministerio de Salud, 2014).

Finalmente, existen estudios que señalan que los niños tienen el doble de riesgo de presentar erosión dentaria que las niñas, y que otros factores como el nivel educacional de la madre o el tipo de escuela al que asiste el niño (público o privada) pueden apuntar a la educación como un factor protector (Vieira Pedrosa & de Menezes, 2020).

**Desgaste dentario**

Se debe comenzar por un correcto diagnóstico de una erosión dental. La erosión se encuentra dentro del grupo de condiciones que pueden causar desgaste dental (tabla 1), en donde además se encuentran la atrición, abrasión y la abfracción (Torres *et al.*, 2016). El desgaste dental tiene una etiología multifactorial y se presenta como consecuencia de la interacción de diversos mecanismos y factores sobre los dientes (Koch & Poulsen, 2011). El diagnóstico de desgaste dentario es un desafío, ya que involucra condiciones con diversas etiologías y características. Incluso, hasta la fecha no existe un índice ideal que pueda usarse de manera transversal en estudios de prevalencia epidemiológica y estandarización clínica (Bardsley, 2008).

**Tabla 1:** Tipos de desgaste dental. Se describen las características clínicas observables en cada uno de los diagnósticos relacionados con el desgaste dental, no siendo específico en dientes primarios. Se pueden identificar, además, ciertos factores de riesgo relacionados con la aparición de estas condiciones. Tabla de elaboración propia basada en Koch & Poulsen, 2011; Torres *et al.*, 2016; Auad & Rios, 2017.

Tipo de desgaste dental	Características
<b>Atrición</b>	Desgaste dental o en restauraciones que es causado por el contacto diente a diente y afecta principalmente caras oclusales o superficies incisales. Puede ser identificado en las caras oclusales con características de superficies planas, brillantes y con distintos márgenes. Estas tienen que encontrarse en ambos dientes antagonistas. Se evidencia de manera generalizada y un ejemplo es el bruxismo.
<b>Abrasión</b>	Pérdida de estructura dental causado por la fricción repetitiva sobre el diente de un elemento exógeno, como por ejemplo el cepillo de dientes en un cepillado traumático. Se evidencia de manera generalizada o localizada y por lo general afecta a la región cervical de las coronas.
<b>Abfracción</b>	Lesión con forma de cuña en la región cervical del diente, se produce como resultado de la flexión provocada por las cargas oclusales de la masticación. Es difícil se verla en dientes primarios por el tiempo que estos permanecen en boca.
<b>Erosión</b>	Desgaste dental debido a un proceso químico que no involucra bacterias. Se evidencia de manera generalizada o localizada. Las características clínicas son; ausencia de periquimaties, brillo excesivo y formación de cráteres o "cuppings" (desgaste cóncavo en molares)

También es importante mencionar que se han encontrado diferencias del proceso erosivo en las distintas capas que conforman cada uno de los tejidos dentarios de los dientes primarios. El esmalte más interno presenta valores de dureza menores, por lo que es más susceptible a el proceso erosivo que las capas más externas. En consecuencia, si se encuentran signos iniciales de erosión en la superficie del esmalte, es posible que este evolucione y de manera más rápida (Abanto *et al.*, 2020).

### Diagnóstico Clínico y tratamiento

En las primeras etapas el diagnóstico de erosión resulta difícil, principalmente porque los cambios en las superficies de los dientes no son siempre evidentes. (Aua & Rios, 2017). El diagnóstico se basa principalmente en el examen clínico visual y en la anamnesis. Por una parte, para realizar un correcto diagnóstico, el diente se debe encontrar limpio, seco y bien iluminado. La información que nos entrega el examen clínico debe ser complementada con las preguntas que se deben realizar durante la anamnesis. Es correcto

indagar en los aspectos generales de la salud del paciente, sus hábitos, higiene y la dieta, considerando en este último punto consultar sobre la frecuencia, cantidad y tipo de bebidas o jugos con potencial erosivo que el paciente consume (Aua & Rios, 2017). Toda esta información permitirá determinar si la etiología del desgaste erosivo es intrínseca, extrínseca o ambas, contrastado también con la ubicación de las lesiones de erosión.

A pesar de las dificultades en el diagnóstico, es importante realizarlo con rigurosidad, ya que se ha observado que el proceso erosivo progresa a un ritmo mucho más rápido que la caries cuando se trata de lesiones superficiales.

Para la evaluación clínica existe el índice de BEWE (*Basic wear examination*) que ha sido ampliamente usado en la última década para clasificar la erosión dental. Si bien, este índice está diseñado para dentición permanente, este se puede ajustar a la dentición primaria (Aua & Rios, 2017; Abanto *et al.*, 2020). Teniendo en cuenta diferencias relevantes entre la dentición primaria y permanente a la hora de evaluar erosión dentaria (tabla 2).

**Tabla 2:** Principales diferencias relevantes entre la dentición primaria y permanente a la hora de evaluar erosión dentaria. Fuente: Elaboración propia basada en Wiegand *et al.*, 2006.

	Diente primario	Diente permanente
Complicaciones	Más complicaciones	Menos complicaciones
Microdureza del esmalte	Menor microdureza Menor mineralización	Mayor microdureza Mayor mineralización
Progresión	Rápida	Lenta
Prevalencia	Mayor. 30% al 50%	Menor. 20% al 45%

El índice de BEWE divide la boca en 6 sextantes, en donde se clasifica cada diente con un puntaje del 0 al 3 (tabla 3) otorgado según su apreciación clínica. Posteriormente se suman los peores

puntajes de cada sextante y según este resultado, se establece una orientación a un posible tratamiento o conducta para el paciente (tabla 4) (Aua & Rios, 2017; Abanto *et al.*, 2020).

**Tabla 3:** Puntuación BEWE, se realiza del 0 al 3 según severidad de la apreciación clínica. Adaptada de fuente Aua & Rios, 2017; Abanto *et al.*, 2020.

Puntuación	Apreciación clínica
0	Sin signos de desgaste erosivo
1	Pérdida inicial de textura superficial
2	Defecto evidente. Dentina afectada. Pérdida de tejido duro <50% del área superficial.
3	Defecto evidente. Dentina afectada. Pérdida de tejido duro >50% del área superficial.

**Tabla 4:** Conducta y riesgo según BEWE. Según la suma de los sextantes el resultado se puede encontrar entre 0 y 18 y las posibles conductas clínicas en odontopediatría se encuentran determinadas en la siguiente tabla. Adaptada de Koch & Poulsen, 2011; Auad & Rios, 2017.

Puntaje acumulado (suma de los dientes más afectados por sextantes)	Riesgo erosivo	Conducta
0-2	Sin riesgo	Con un o ningún factor de riesgo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control cada 6 meses</li> <li>• Con más de un factor de riesgo</li> <li>• Control registrado cada 6 meses</li> <li>• Modificación de las conductas de riesgo</li> </ul>
3-6	Riesgo bajo	Si solo los caninos presentan desgastes erosivos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control registrado cada 6 meses</li> </ul> Molares e incisivos presentan desgaste, pudiendo o no comprometer a los caninos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control registrado cada 6 meses</li> <li>• Modificación de las conductas de riesgo</li> </ul>
7-18	Riesgo Medio y Alto	Control cada 6 meses <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros cada 6 meses</li> <li>• Actualización de factores de riesgo</li> <li>• Aplicación de flúor</li> </ul>

Además del índice BEWE, la literatura menciona otras herramientas que han intentado estandarizar de mejor manera el proceso erosivo (Bardsley, 2008). Algunas de ellas son el índice O'Brien que fue creado en Reino Unido para la descripción de erosión dental en niños preescolares, en el cual se evalúan todas las superficies libres de las piezas dentarias y se registran dos códigos, uno que establece profundidad y el otro que indica el área evaluada (Calatrava, 2015; Caviglia *et al.*, 2022).

También es utilizado el índice de Eccles que mide la severidad y sitio de erosión según tres tipos de lesiones establecidas la cual se le asigna a la superficie de diente correspondiente que puede ser vestibular, lingual o palatina, cervical y oclusal o incisal (Calatrava, 2015).

Otro índice es el TWI (*Tooth Wear Index*) el cual mide desgaste dentario sin incluir etiologías específicas ya que habla de que su causa es multifactorial. En la evaluación se consideran 4 superficies, lingual, vestibular, cervical y oclusal/incisal, y a cada una de ellas se designa una puntuación de 0 a 4 según criterios establecidos (Calatrava, 2015).

El Índice exacto de desgaste de los dientes (EWTI) mide la pérdida dentaria que no tiene origen carioso y registra esmalte y dentina de forma separada. El objetivo de esta medición es evaluar si es necesario realizar alguna intervención operatoria sobre todo cuando hay afectación de la dentina (Calatrava, 2015).

Por último, el Índice de erosión de Luissi el cual es más utilizado en países de Europa y evalúa superficie vestibular, lingual y oclusal de todos los dientes a excepción de terceros molares puntuando cada una de ellas según criterios específicos del índice (Calatrava, 2015).

Todos estos índices se basan en un análisis visual directo del tejido dentario por el odontólogo. Sin embargo, una de sus limitaciones es que pueden existir errores técnicos o de estandarización de quien realice la evaluación. Por esta razón, para lograr un diagnóstico precoz y utilizar un sistema que sea más objetivo se han buscado distintas alternativas. Una de ellas es el uso de tecnología de escáner intraoral que ha aumentado su uso progresivamente en las consultas dentales (García *et al.*, 2022).

En un estudio realizado en Madrid se evaluó la sensibilidad y especificidad del escáner intraoral para medir erosión dental al igual que el grado de satisfacción que tenían los pacientes con su uso. Como resultado los niveles de sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de desgaste dental fueron prometedores y los participantes mostraron satisfacción ante el uso de esta tecnología y su utilidad para la comunicación del diagnóstico. Por lo tanto, se concluye que puede ser una posible alternativa a los índices visuales, pero se debe seguir investigando su utilización (García *et al.*, 2022).

Otra consideración importante es que los dientes primarios son más suaves que el de los dientes permanentes, por lo tanto, el desgaste erosivo de los dientes primarios puede ocurrir más rápido y posiblemente resulte en la exposición de la pulpa en algunos casos (Yip *et al.*, 2022).

## Prevención

Existen estrategias preventivas descritas para cada uno de los factores de riesgo de la erosión dental, estas pueden orientar al profesional a tomar ciertas conductas que permitan prevenir la condición (Abanto *et al.*, 2020).

Frente al reflujo gastroesofágico, trastornos alimenticios y el uso de fármacos ácidos, se recomienda una interconsulta con el médico tratante para el control de la enfermedad o el posible cambio de medicamentos, acompañado del aumento del consumo de alimentos protectores como lo son los lácteos. También, están descritos los enjuagues con agua, leche o soluciones de bicarbonato después de episodios de regurgitación o vómitos (Abanto *et al.*, 2020).

En el caso de la hiposalivación, se debe entender que la saliva cumple un fuerte rol protector al generar una película rica en proteínas adheridas al diente y que pueden proteger del ataque de los ácidos. (Fresno *et al.*, 2015). Es por esto, que medidas como el uso de saliva artificial o chicles sin azúcar podría ayudar a mantener niveles recomendados (Abanto *et al.*, 2020). Además, generalmente en los niños se presentan concentraciones menores de calcio y proteínas en la saliva, por lo que disminuiría el rol protector y sería clave evitar los periodos de disminución de esta en boca (Zanatta *et al.*, 2020).

El análisis de un diario de dieta en los niños puede ayudar a asesorar acerca de los alimentos con potencial erosivo que se están consumiendo. Disminución del tiempo de contacto de los alimentos erosivos con los dientes también es una recomendación cuando se pesquistan niños que mantienen las bebidas ácidas en boca por un tiempo prolongado, en estos casos se recomienda el uso de bombillas (Abanto *et al.*, 2020).

Por último, se debe mencionar al flúor como agente preventivo. Se ha estudiado por muchos años el flúor como un agente protector de procesos erosivos. La acción protectora del flúor se atribuye a la formación de depósitos similares a los del fluoruro de calcio, que actúan reduciendo el contacto del ácido con el esmalte, hecho que se ve limitado cuando las concentraciones de este son bajas, como lo que ocurre en dentífricos y enjuagues bucales (Zanatta *et al.*, 2020). Esto significa que para que el flúor pueda tener un efecto preventivo se deberían aumentar las concentraciones, lo que no es una opción en niños pequeños (Zanatta *et al.*, 2020).

En la actualidad se sabe que la asociación del flúor con iones metálicos como los del estaño y el titanio, ofrece una alternativa anti erosiva más exitosa. Los iones metálicos forman un recubrimiento más estable y resistente a los ácidos de la superficie dental y esto se logra al incorporarse de mejor manera a los tejidos dentales (Zanatta *et al.*, 2020).

Además, el mecanismo de protección del flúor se limita a la capa más superficial del esmalte, en cambio el flúor con iones metálicos permite que se formen precipitados metálicos sobre el esmalte, generando una resistencia a la desmineralización ácida (Zanatta *et al.*, 2020).

Se han estudiado diferentes presentaciones para el flúor y su eficacia contra la protección de flúor, y se ha visto que ni barnices ni geles ofrecen la protección necesaria para evitar erosiones en niños a pesar de sus altas concentraciones de flúor, ya que la capa de protección formada es transitoria. En cambio, las pastas de dientes que contienen flúor y estaño ofrecen una protección mayor en niños. Lo mismo ocurre con el uso de enjuagues en combinación de pasta cuando las formulaciones contienen iones metálicos (Zanatta *et al.*, 2020).

El uso de fluoruro de titanio (TiF<sub>4</sub>) no fue efectivo en estudios preliminares con niños para evitar procesos erosivos, aunque la literatura aconseja continuar las investigaciones de este material, por no ser lo suficientemente concluyentes (Zanatta *et al.*, 2020). En cuanto al retraso de cepillado dental inmediato luego de una exposición a ácidos, la evidencia científica reciente muestra que no existe un fundamento para esta práctica, ya que el cepillado con productos fluorados no aumentaría el riesgo de erosión. Sin embargo, las recomendaciones deberían ser individualizadas según las características y factores de riesgo de cada paciente teniendo en cuenta su riesgo erosivo individual (Fernández *et al.*, 2024).

## Conclusión

Debido al aumento de la prevalencia de la erosión dentaria en niños observada clínicamente, es necesario aumentar las medidas de prevención y educación en los factores de riesgo para esta condición. Una estrategia fundamental de la odontopediatría es establecer hábitos saludables, que tendrán el objetivo de evitar las complicaciones futuras a nivel dentario de los niños y futuros adultos.

## Reconocimientos

### Declaración de conflictos de interés

Las autoras manifiestan que no existen conflictos de interés

### Fuentes de financiamiento

No existen fuentes de financiamiento

### Contribuciones de las autoras según CRediT

**Francisca Muñoz-Valle:** Conceptualización, redacción – borrador original, investigación. **Andrea Cárdenas-Díaz:** Supervisión, validación, revisión crítica del contenido intelectual. **Camila Commentz-Chateau:** Revisión y edición, curación de datos, redacción – revisión y edición final.

## Referencias

- Abanto J, Redúa P & Bonecker M. (2020). *Paso a paso conductas clínicas en odontopediatría*. 1ra Edición. Brasil: Santos publicaciones.
- Auad M & Rios DE. (2017). Capítulo 24: Erosión dentaria. *Manual de referencia para Procedimientos Clínicos en Odontopediatría*. Disponible en <https://backup.revistaodontopediatría.org/publicaciones/manuales/referencia-para-procedimientos-en-odontopediatría-2da-edicion/Manual-de-Referencia-para-Procedimientos-en-Odontopediatría-2da-edicion-Capitulo-24.pdf>  
Consultado el 20 de mayo de 2025
- Bardsley PF. (2008). The evolution of tooth wear indices. *The evolution of tooth wear indices. Clinical oral investigations* **12** (Suppl 1), S15–S19. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0184-2>
- Calatrava LA. (2015). Índices epidemiológicos del desgaste dental erosivo. *Revista de Operativa Dental y Biomateriales* **20**, 32-38.
- Caviglia I, García G, Lorenzo S, Fabruccini A. (2022). Desgaste erosivo en preescolares de 5 años de montevideo–uruguay: primer estudio poblacional. *Odontoestomatología* **24**(39), 1-13. <https://doi.org/10.22592/ode2022n39e215>
- Donovan T, Nguyen-Ngoc C, Abd Alraheam I, & Irusa K. (2021). Contemporary diagnosis and management of dental erosion. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry* **33**(1), 78–87. <https://doi.org/10.1111/jerd.12706>
- Fernández CE, Silva-Acevedo CA, Padilla-Orellana F, Zero D, Carvalho TS, Lussi A. (2024). Should We Wait to Brush Our Teeth? A Scoping Review Regarding Dental Caries and Erosive Tooth Wear. *Caries research* **58**(4), 454–468. <https://doi.org/10.1159/000538862>
- Fresno M, Angel P, Arias R, Muñoz A. (2015). Grado de acidez y potencial erosivo de las bebidas energizantes disponibles en Chile. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral* **7**(1), 5-7. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072014000100001>
- García VDF, Freire Y, Fernández SD, Murillo BT, Sánchez MG. (2022). Application of the Intraoral Scanner in the Diagnosis of Dental Wear: An In Vivo Study of Tooth Wear Analysis. *International journal of environmental research and public health* **19**(8), 4481. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084481>
- Ibrahim MS, Alatiyyah FM, Mohammed KA, Alhawaj HN, Balhaddad AA, & Ibrahim, AS. (2023). The Effect of Salbutamol and Budesonide Pediatric Doses on Dental Enamel and Packable and Flowable Composites: Microhardness, Surface Roughness and Color. *Pharmaceutics* **15**(11), 2527. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15112527>
- Inchingolo F, Dipalma G, Azzollini D, Trilli I, Carpentiere V, Hazballa D, Bordea I R, Palermo A, Inchingolo AD, & Inchingolo A M. (2023). Advances in Preventive and Therapeutic Approaches for Dental Erosion: A Systematic Review. *Dentistry journal* **11**(12), 274. <https://doi.org/10.3390/dj11120274>
- Koch G & Poulsen S. (2011). *Odontopediatría: Abordaje Clínico*. 2da edición. Zagier & Urruty Pubns.
- Lechien JR, Calvo-Henriquez C, Chiesa-Estomba C M, Barillari M R., Trozzi M, Meucci D, Peer S, Ben Abdelouahed F, Schindler A, & Saussez S. et al. (2020). Reflux and dental disorders in the pediatric population: A systematic review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology* **136**, 110166. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110166>
- Li Y, Wang Z, Fang M, Tay FR, & Chen X. (2022). Association between gastro-oesophageal reflux disease and dental erosion in children: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry* **125**, 104247. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104247>
- Lussi A, Megert B & Shellis P. (2023). The erosive effect of various drinks, foods, stimulants, medications and mouthwashes on human tooth enamel. *Swiss dental journal* **133**(7-8), 440–455. <https://doi.org/10.61872/sdj-2023-07-08-01>
- Ministerio de Salud. (2014). *Encuesta Nacional de Consumo Alimentario*. Disponible en: [https://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA\\_FINAL\\_DIC\\_2014.pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA_FINAL_DIC_2014.pdf). Consultado el 24 de septiembre de 2024.
- Nijakowski K, Jankowski J, Gruszczyński D & Surdacka A. (2023). Eating Disorders and Dental Erosion: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine* **12**(19), 6161. <https://doi.org/10.3390/jcm12196161>
- Sattler FA, Eickmeyer S, & Eisenkolb J. (2020). Body image disturbance in children and adolescents with anorexia nervosa and bulimia nervosa: a systematic review. *Eating and weight disorders: EWD* **25**(4), 857–865. <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00725-5>
- Sivaramakrishnan G, Sridharan K, & Alsobaiei M. (2023). The association between erosive toothwear and asthma - is it significant? A meta-analysis. *BDJ open* **9**(1), 9. <https://doi.org/10.1038/s41405-023-00137-9>
- Tong HJ, Rudolf MC, Muyombwe T, Duggal MS, & Balmer R. (2014). An investigation into the dental health of children with obesity: An analysis of dental erosion and caries status. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry* **15**(3), 203–210. <https://doi.org/10.1007/s40368-013-0100-1>

Torres D, Fuentes R, Bornhardt T & Iturriaga V. (2016). Erosión dental y sus posibles factores de riesgo en niños: revisión de la literatura. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral* **9**, 19-24. <https://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2015.09.002>

Vieira Pedrosa BR, & de Menezes VA. (2020). Prevalence of Erosive Tooth Wear and Related Risk Factors in Adolescents: An Integrative Review. *Journal of dentistry for children (Chicago, Ill.)* **87**(1), 18–25.

Wiegand A, Müller J, Werner C & Attin T. (2006). Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children. *Oral diseases* **12**(2), 117–124. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2005.01167.x>

Yip K, Lam PPY & Yiu CKY. (2022). Prevalence and Associated Factors of Erosive Tooth Wear among Preschool Children - A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, **10**(3), 491. <https://doi.org/10.3390/healthcare10030491>

Zanatta RF, Caneppele TMF, Scaramucci T, El Dib R, Maia LC, Ferreira DMTP, & Borges A B. (2020). Protective effect of fluorides on erosion and erosion/abrasion in enamel: a systematic review and meta-analysis of randomized in situ trials. *Archives of oral biology* **120**, 104945. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104945>

## Cálculo del riesgo relativo utilizando regresión logística binaria mediante el método de duplicación de casos

### Calculation of relative risk using ordinary logistic regression with the doubling-of-cases method

Jaime Cerda-Lorca<sup>1,\*</sup> , Luis Villarroel-del Pino<sup>1</sup> 

#### Resumen

La investigación clínica y epidemiológica examina asociaciones entre diversas exposiciones y eventos de interés. En estudios con diseño prospectivo, el riesgo relativo (RR) es una medida comúnmente utilizada para expresar los resultados. No obstante, para controlar o ajustar variables confundentes, es necesario recurrir a modelos de regresión, siendo el modelo de regresión logística binaria el más empleado. Sin embargo, este modelo calcula *odds ratios* (OR), que bajo ciertas circunstancias pueden sobreestimar el RR, lo que puede llevar a una valoración inadecuada del tamaño del efecto de la exposición. Este artículo, de carácter docente, describe aspectos epidemiológicos y matemáticos del método de duplicación de casos (*doubling-of-cases method*), una alternativa simple y novedosa para estimar el RR utilizando un modelo de regresión logística binaria, evitando la sobreestimación del tamaño del efecto de la exposición.

**Palabras clave:** riesgo relativo; regresión logística binaria; método de duplicación de casos; sesgo de confusión; epidemiología; bioestadística.

#### Abstract

Clinical and epidemiological research examines associations between various exposures and outcomes. In prospective studies, relative risk (RR) is a commonly used effect measure to express the results. However, to control for or adjust confounding variables, regression models are necessary, with the binary logistic regression model being the most commonly used. Nevertheless, this model calculates odds ratios (OR), which under certain circumstances may overestimate the RR, potentially leading to an inaccurate assessment of the exposure effect size. This educational article describes the epidemiological and mathematical aspects of the doubling-of-cases method, a simple and innovative alternative for estimating RR using a binary logistic regression model, thereby avoiding the overestimation of the exposure effect size.

**Keywords:** relative risk; binary logistic regression; doubling-of-cases method; confounding bias; epidemiology; biostatistics.

Fecha de envío: 2024-08-16 - Fecha de aprobación: 2025-04-16

#### Introducción

La investigación clínica y epidemiológica explora la existencia de asociaciones entre diversas exposiciones y eventos de interés. Cuando el diseño de investigación es prospectivo, es decir, el punto de partida del estudio es la exposición, observándose en sujetos expuestos y no-expuestos hacia el futuro la ocurrencia de un evento de interés (Noordzij *et al.*, 2009), una medida de efecto

comúnmente utilizada para expresar los resultados es el riesgo relativo (RR), debido a su simpleza de cálculo e interpretación: se trata de un cociente entre la incidencia o riesgo absoluto del evento de interés entre los grupos expuesto y no-expuesto, o viceversa. Un problema frecuente consiste en que ante la necesidad de controlar o ajustar variables confundentes, se hace necesario el uso de modelos de regresión, siendo el más utilizado el modelo de regresión logística binaria, por su simpleza y amplia disponibilidad.

(1) Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile

\* Autor de correspondencia: [jcerdal@uc.cl](mailto:jcerdal@uc.cl)



Sin embargo, este modelo tiene el inconveniente de calcular *odds ratios* (OR), los cuales bajo ciertas circunstancias sobreestiman el valor del RR, conduciendo a una inadecuada valoración del tamaño del efecto de la exposición (Tripepi *et al.*, 2008). El presente artículo, de carácter docente, describe aspectos epidemiológicos y matemáticos del método de duplicación de casos (*doubling-of-cases method*), una alternativa simple y novedosa para estimar el valor del RR utilizando un modelo de regresión logística binaria, evitando la sobreestimación del tamaño del efecto de la exposición.

### Un problema de tipo práctico y matemático

Cuando un diseño de investigación es de tipo observacional, en contraposición a los diseños de tipo experimental, es prácticamente de regla la existencia del sesgo de confusión, producido por una acción de una o más variables confundentes, definidas como variables asociadas tanto a la exposición como al evento de interés, sin ser parte de un mecanismo causal entre ambas. El fenómeno de confusión conduce al planteamiento de asociaciones espurias, siendo necesario su control o mitigación a través de diversas estrategias, tanto metodológicas como estadísticas: las primeras corresponden a restricción, pareamiento y aleatorización, mientras que las segundas corresponden a análisis estratificado (también llamado procedimiento de Mantel-Haenszel) y el uso de modelos de regresión, los cuales entregan medidas de efecto ajustadas por una o más variables confundentes, siendo esta última la estrategia más utilizada (van Stralen *et al.*, 2010).

En estudios clínicos y epidemiológicos prospectivos (*i.e.* estudios de cohorte concurrente y no-concurrente, ensayos clínicos aleatorizados, ensayos de campo), los investigadores acostumbran a calcular en primer lugar RR crudos o no-ajustados, para luego proceder al cálculo de RR ajustados por variables confundentes a partir de modelos de regresión tales como el modelo log-binomial, modelo Poisson y modelo Poisson con errores estándar robustos, entre otros (Knol *et al.*, 2012). Sin embargo, el uso de estos modelos es relativamente infrecuente, por razones de orden práctico y matemático: muchos investigadores no poseen los conocimientos para construir e interpretar los resultados que entregan estos modelos, los programas estadísticos de uso más frecuente a menudo no incluyen la opción de construir estos modelos y matemáticamente la construcción de estos modelos no siempre es posible: el modelo log-binomial puede no lograr convergencia (definida como el proceso mediante el cual el algoritmo de estimación alcanza una solución estable para los parámetros del modelo) y el modelo Poisson puede presentar sobredispersión (situación donde la variabilidad de los datos es mayor que la que el modelo Poisson predice), requiriendo alternativas de modelaje de mayor complejidad.

Ante esta realidad, para calcular RR ajustados en estudios prospectivos los investigadores suelen optar por el modelo de regresión logística binaria, de propiedades muy ventajosas: se enseña de rutina en cursos de estadística básica, se encuentra ampliamente disponible en programas estadísticos de uso frecuente y generalmente no ofrece restricciones de tipo matemático. Sin embargo, su uso conlleva una importante limitante, cual es el calcular OR en lugar de RR. Los OR son una medida de efecto más difícil de interpretar por parte de investigadores y usuarios y suelen sobreestimar el valor del RR cuando el número total de casos en un estudio supera el 10% de la muestra total (Cerde *et al.*, 2013). La sobreestimación del RR puede tener consecuencias importantes, como es el conducir a investigadores y usuarios a tomar decisiones erróneas y sus consiguientes consecuencias.

Surge entonces la siguiente pregunta: ¿existe alguna manera de estimar RR ajustados, sin necesidad de renunciar al uso del modelo de regresión logística binaria y sus ventajas? La respuesta sorprendentemente es afirmativa y será detallada en los párrafos siguientes.

### Una alternativa simple y novedosa: el método de duplicación de casos

La estimación de RR utilizando un modelo de regresión logística binaria se conoce como método de duplicación de casos (*doubling-of-cases method*). Este método, simple y novedoso, fue propuesto originalmente por Miettinen (1982) y validado por Díaz-Quijano (2012) y Ning *et al.*, (2022).

En un estudio prospectivo los datos se ordenan en una tabla de contingencia (Tabla 1), a partir de la cual el RR se calcula según la fórmula  $RR = [(a/a+b) / (c/c+d)]$  y el OR según la fórmula  $OR = [(a/b) / (c/d)]$ . El método de duplicación de casos consiste en la construcción de un conjunto de datos expandidos, en que cada caso del conjunto original es duplicado y re-clasificado como un no-caso, conservando la información de sus covariables, de modo que los no-casos expuestos pasan de ser  $(b)$  a ser  $(a' + b)$  y los no-casos no-expuestos pasan a ser  $(d)$  a ser  $(c' + d)$ . En el conjunto de datos expandidos, el OR' se calcula según la fórmula  $OR' = [(a/a'+b) / (c'/c'+d)]$ , siendo su resultado idéntico al entregado por la fórmula del RR calculado en base al conjunto de datos originales ( $OR' = RR$ ). El método de duplicación de casos, por consiguiente, aporta la siguiente novedad: en un estudio prospectivo, el RR calculado en base al conjunto de datos originales a partir de un modelo log-binomial (o alguna de sus alternativas) tiene un valor idéntico al OR' calculado en base al conjunto de datos expandidos a partir de un modelo de regresión logística binaria.

**Tabla 1:** comparación entre el conjunto de datos originales y el conjunto de datos expandidos, obtenido mediante el método de duplicación de casos.

Conjunto de datos originales			
	Casos	No-casos	Total
Expuestos	a	b	a + b
No-expuestos	c	d	c + d
Conjunto de datos expandidos: método de duplicación de casos			
	Casos	No-casos	Total
Expuestos	a	a' + b	a + a' + b
No-expuestos	c	c' + d	c + c' + d

El riesgo relativo calculado en base al conjunto de datos original equivale a  $RR = [(a/a+b) / (c/c+d)]$ , mientras que el *odds ratio* calculado en base al conjunto de datos expandidos, obtenido mediante el método de duplicación de casos, equivale a  $OR' = [(a/a'+b) / (c/c'+d)]$ , siendo su resultado idéntico ( $RR = OR'$ ).

### Una importante limitación del método de duplicación de casos

El valor del  $OR'$  calculado mediante el método de duplicación de casos es idéntico al valor del  $RR$  calculado en base al conjunto de datos originales a partir de un modelo log-binomial (o alguna de sus alternativas), sin embargo, su intervalo de confianza al 95% es diferente. Matemáticamente esto se explica por el hecho de que el conjunto de datos originales y expandidos poseen un tamaño diferente y por el hecho de que la fórmula de cálculo del  $RR$  y  $OR$  es diferente, específicamente en lo concerniente a su error estándar, valor crítico para la construcción de intervalos de confianza. El método de duplicación de casos aumenta el error estándar, por consiguiente, los intervalos de confianza al 95% son más amplios para el  $OR'$ , en comparación al  $RR$  calculado a partir del modelo log-binomial (o algunas de sus alternativas). Este hecho tiene importantes consecuencias prácticas, pues la toma de decisiones no solamente considera la magnitud de la medida de efecto, sino también su precisión (es decir, la amplitud del intervalo de confianza). Asimismo, la valoración que se hace de la certeza de la evidencia, utilizando metodología GRADE, toma en consideración la imprecisión de la medida de efecto, dimensionada a través de su respectivo intervalo de confianza (Kirmayr *et al.*, 2021; Quilodrán *et al.*, 2021).

Lamentablemente el método de duplicación de casos no contempla una solución simple y novedosa para corregir el tamaño del intervalo de confianza del  $OR'$ . Al respecto, Ning y colaboradores (2022) sugieren el cálculo de intervalos de confianza utilizando errores estándar robustos (*robust sandwich-type standard errors*), solución matemáticamente correcta, sin embargo, introduce una complejidad insoslayable al método de duplicación de casos, ya que esta opción no siempre está disponible en los programas estadísticos de uso frecuente y le resta simplicidad. Por su parte, Díaz-Quijano (2012) advierte que no se puede establecer un factor de corrección simple y práctico para este problema debido a que,

en una regresión multivariable, el error estándar de cada predictor depende de su correlación con todas las demás variables incluidas en el modelo, de modo que investigadores y usuarios deben estar conscientes que el error de tipo II podría ser mayor. Asimismo, señala que esta estrategia debería emplearse únicamente cuando la regresión logística binaria es el único método disponible. Desde un punto de vista epidemiológico, es posible afirmar que el método de duplicación de casos ofrece una alternativa más conservadora que el cálculo de  $RR$  a partir de modelos log-binomial (o alguna de sus alternativas), situación que resulta menos problemática en comparación a su contrafactual: si el método de duplicación de casos entregase intervalos de confianza más estrechos (es decir, más precisos), se podría incurrir en error de tipo I, considerado de mayor gravedad por parte de la comunidad científica que el error de tipo II.

### Ejemplo

Un estudio de cohorte concurrente evaluó la asociación entre la exposición a una sustancia tóxica (expuestos versus no-expuestos) y la ocurrencia de una determinada enfermedad (presente versus ausente). Sobre un total de 140 sujetos expuestos a la sustancia tóxica, 78 presentaron la enfermedad (riesgo absoluto = 55,7%), mientras que sobre un total de 140 sujetos no-expuestos a la sustancia tóxica, 45 presentaron la enfermedad (riesgo absoluto = 32,1%). El  $RR$  de enfermedad entre expuestos versus no-expuestos equivale a  $RR = (78 \div 140) \div (45 \div 140) = 1,733$ ; por su parte, el  $OR$  de enfermedad entre expuestos versus no-expuestos equivale a  $OR = (78 \div 62) \div (45 \div 95) = 2,656$ . Se puede apreciar que el  $OR$  sobreestima el valor del  $RR$  ya que el total de casos en la muestra ( $n=123$ ) supera el 10% de la muestra total ( $n=280$ ).

En este estudio, la variable sexo corresponde a una variable confundente, siendo ajustada mediante un modelo de regresión logística binaria (Tabla 2), el cual entregó un  $ORa = 3,642$  (IC95% 2,059-6,445). El mismo procedimiento se repitió utilizando un modelo

log-binomial, el cual entregó un  $RRa = 2,000$  (IC95% 1,498-2,671) (Tabla 3). La aplicación del método de duplicación de casos condujo a la creación de un conjunto de datos expandidos, utilizándose un modelo de regresión logística binaria para estimar el RR ajustado, el cual entregó un  $ORa' = 2,000$  (IC95% 1,235-3,239). Nótese que

este valor es idéntico al RR ajustado entregado por modelo log-binomial, sin embargo, su intervalo de confianza es más amplio (es decir, menos preciso). Lo mismo ocurre al comparar dicho intervalo de confianza al 95% con el entregado por los modelos Poisson y Poisson con errores estándar robustos (Tabla 3).

**Tabla 2:** ejemplo numérico de riesgo relativo (RR) y *odds ratio* (OR) calculados en base al conjunto de datos original, y OR' calculado en base al conjunto de datos expandidos (método de duplicación de casos).

<b>Conjunto de datos originales (n=280)</b>			
	<b>Casos</b>	<b>No-casos</b>	<b>Total</b>
Expuestos	78 (a)	62 (b)	140 (a + b)
No-expuestos	45 (c)	95 (d)	140 (c + d)
$RR = [(a/a+b) / (c/c+d)]$			
$RR = [(78/140) / (45/140)]$			
$RR = 2,0$			
$OR = [(a/b) / (c/d)]$			
$OR = [(78/62) / (45/95)]$			
$OR = 2,7$			
<b>Conjunto de datos modificados: método de duplicación de casos (n=403)</b>			
	<b>Casos</b>	<b>No-casos</b>	<b>Total</b>
Expuestos	78 (a')	78 (a') + 62 (b)	218 (a + a' + b)
No-expuestos	45 (b')	45 (b') + 95 (d)	185 (b + b' + d)
$OR' = [(a/a'+b) / (c/c'+d)]$			
$OR' = [(78/78+62) / (45/45+95)]$			
$OR' = 2,0$			

**Tabla 3:** comparación del Riesgo Relativo (RR), *odds ratio* (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95%, calculados en base a diferentes modelos de regresión.

<b>Modelo de regresión</b>	<b>Medida de efecto ajustada por la variable sexo, e intervalo de confianza al 95%.</b>
Modelo de regresión logística binaria	OR = 3,642 (2,059–6,445)
Modelo log-binomial	RR = 2,000 (1,498–2,671)
Modelo Poisson	RR = 2,000 (1,339–2,987)
Modelo Poisson con errores estándar robustos	RR = 2,000 (1,488–2,688)
Método de duplicación de casos: regresión logística binaria	OR' = 2,000 (1,235–3,239)

El riesgo relativo calculado en base a diversos modelos de regresión presenta un valor idéntico al *odds ratio* calculado en base al conjunto de datos expandidos, obtenido mediante el método de duplicación de casos. Sin embargo, su intervalo de confianza al 95% es más amplio (es decir, menos preciso).

Por último, cabe destacar que en estudios de tipo transversal (e.g. estudios de prevalencia), la razón de prevalencias y el *odds ratio* de prevalencias se calculan a partir de la misma fórmula que el RR y OR de un estudio prospectivo, por consiguiente, en estudios transversales también es factible aplicar el *doubling-of-cases method*.

## Conclusión

En estudios prospectivos, el método de duplicación de casos representa una alternativa simple y novedosa para la estimación de RR a partir de un modelo de regresión logística binaria. El método es

especialmente útil en circunstancias en que el OR sobreestima el valor del RR y se requiere el uso de modelo de regresión logística binaria, debido a razones prácticas y matemáticas. Sin embargo, su principal limitante es aumentar la amplitud del intervalo de confianza. En consecuencia, el método de duplicación de casos tiene menos potencia estadística que otros métodos como el modelo log-binomial o el modelo Poisson con errores estándar robustos. Por esta razón es recomendable utilizarlo cuando se tiene tamaños muestrales grandes, de modo de mitigar esta disminución de potencia.

## Reconocimientos

### Contribuciones declaradas por los autores:

**Jaime Cerde-Lorca:** Conceptualización; Análisis Formal; Investigación; Escritura – Borrador Original; Escritura – Revisión y Edición.

**Luis Villarroel-del Pino:** Escritura – Revisión y Edición

**Conflicto de interés:** los autores declaran no presentar conflictos de interés.

**Fuentes de financiamiento:** En la redacción del presente artículo los autores no recibieron aporte de fondos de ninguna institución, pública, privada, comercial ni sin fines de lucro.

## Referencias

- Cerde J, Vera C & Rada G. (2013). Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Revista médica de Chile* **141**(10), 1329-1335. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013001000014>
- Díaz-Quijano FA. (2012). A simple method for estimating relative risk using logistic regression. *BMC medical research methodology* **12**, 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-12-14>
- Kirmayr M, Quilodrán C, Valente B, Loezar C, Garegnani L & Franco J. (2021). The GRADE approach, Part 1: how to assess the certainty of the evidence. *Metodología GRADE, parte 1: cómo evaluar la certeza de la evidencia. Medwave* **21**(2), e8109. <https://doi.org/10.5867/medwave.2021.02.8109>
- Knol MJ, Le Cessie S, Algra A, Vandenbroucke JP & Groenwold RH. (2012). Overestimation of risk ratios by odds ratios in trials and cohort studies: alternatives to logistic regression. *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne* **184**(8), 895–899. <https://doi.org/10.1503/cmaj.101715>
- Miettinen O. (1982). Design options in epidemiologic research. An update. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **8** Suppl 1:7-14.
- Ning Y, Lam A & Reilly M. (2022). Estimating risk ratio from any standard epidemiological design by doubling the cases. *BMC medical research methodology* **22**(1), 157. <https://doi.org/10.1186/s12874-022-01636-3>
- Noordzij M, Dekker FW, Zoccali C & Jager KJ. (2009). Study designs in clinical research. *Nephron. Clinical practice* **113**(3), c218–c221. <https://doi.org/10.1159/000235610>
- Quilodrán C, Kirmayr M, Valente B, Pérez-Bracchiglione J, Garegnani L & Franco J. (2021). The GRADE approach, Part 2: Evidence to decision frameworks outlining decision-making in health. *Metodología GRADE, parte 2: de la evidencia a la decisión esquematizando la toma de decisiones en salud. Medwave* **21**(4), e8182. <https://doi.org/10.5867/medwave.2021.04.8182>
- Tripepi G, Jager KJ, Dekker FW, & Zoccali C. (2008). Linear and logistic regression analysis. *Kidney international* **73**(7), 806–810. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5002787>
- van Stralen KJ, Dekker FW, Zoccali C, & Jager J. (2010). Confounding. *Nephron. Clinical practice* **116**(2), c143–c147. <https://doi.org/10.1159/000315883>

# MANTENTE CONECTADO CON LA FACULTAD DE MEDICINA UC

Las principales noticias y acontecimientos de las carreras que componen nuestra comunidad las pueden revisar todos los días en las redes sociales de la Facultad.

**¡Los invitamos a seguirnos!**



@facultadmedicinauc



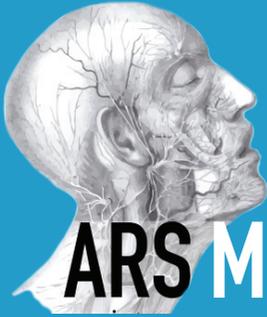
@FacMedicinaUC



@facultadmedicinauc



FACULTAD DE MEDICINA  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE CHILE



# ARS MEDICA

revista de ciencias médicas

**A**rs Medica Revista de Ciencias Médicas, es una publicación académica arbitrada y trimestral publicada por la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Nuestra misión es promover el conocimiento y la práctica de las distintas áreas y sub-disciplinas de la medicina resaltando sus implicancias en la sociedad actual. Nos interesa la investigación original que pueda tener impacto en la práctica clínica y/o contribuya al conocimiento de la biología de las enfermedades. También publicamos comentarios, casos clínicos y otros contenidos de interés para la comunidad médica y científica.

ESTA REVISTA RECIBE EL APOYO DE BIBLIOTECAS UC



[www.chimerag.com](http://www.chimerag.com)



ARS Medica Revista de Ciencias Médicas



@arsmedicaPUC



ARS Medica Revista de Ciencias Medicas