

ISSN: 1989-7790
NIPO-PDF: 834200091

Medicina y Seguridad del Trabajo

(Internet)



Julio-septiembre | 3º Trimestre

2023;69(272)

Revista fundada en 1952

Edita:
Ministerio de Ciencia e Innovación
Instituto de Salud Carlos III
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo





Tomo 69 · Julio-septiembre 2023 · 3º Trimestre
Med Seg Trab (Internet). 2023;69(272):132-219

Fundada en 1952

Edita:

Ministerio de Ciencia e Innovación
Instituto de Salud Carlos III
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo
Pabellón, 13 – Campus de Chamartín – Avda. Monforte de Lemos, 3 - 5
o C/ Melchor Fernández Almagro, 3
28029 Madrid. España.

© BY-NC-SA 4.0

Periodicidad:

Trimestral, 4 números al año.

Indexada en:

OSH – ROM (CISDOC) Organización Internacional del Trabajo (OIT) HINARI, Organización Mundial de la Salud (OMS) IBECS, Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud IME, Índice Médico Español SciELO (Scientific Electronic Library Online) Dialnet Latindex Free Medical Journals Portal de Revistas Científicas. BIREME. OPS/OMS

Diseño y maquetación:

motu estudio

Disponible en:

<http://publicaciones.isciii.es>
<http://www.scielo.org>
<http://scielo.isciii.es>
<http://www.freemedicaljournals.com/>
<http://dialnet.unirioja.es/>
<http://publicacionesoficiales.boe.es>



International Labour Organization

International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)

Centro Nacional en España: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ISCIII)



<https://revistas.isciii.es/revistas.jsp?id=MST>

Visite la web de la revista si desea enviar un artículo,
conocer las políticas editoriales o suscribirse a la edición digital.



ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DEL TRABAJO INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

COMITÉ EDITORIAL

Editor jefe: Javier Sanz Valero

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

Editor adjunto: Jerónimo Maqueda Blasco

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)

Coordinadora de redacción: Isabel Mangas Gallardo

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

MIEMBROS

Guadalupe Aguilar Madrid

Instituto Mexicano del Seguro Social. Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. México

Juan Castañón Álvarez

Jefe de Estudios Unidad Docente. Comunidad Autónoma de Asturias. Asturias (España)

Valentina Forastieri

Programa Internacional de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (Trabajo Seguro). Organización Internacional del Trabajo (OIT/ILO). Ginebra (Suiza)

Clara Guillén Subirán

IBERMUTUA. Madrid (España)

Rosa Horna Arroyo

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Marqués de Valdecilla. Santander (España)

Juan Antonio Martínez Herrera

Subdirección General de Coordinación de Unidades Médicas. Instituto Nacional de la Seguridad Social (España)

António Neves Pires de Sousa Uva

Escola de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa (Portugal)

Héctor Alberto Nieto

Cátedra de Salud y Seguridad en el Trabajo. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Joaquín Nieto Sainz

Director de la Oficina en España de la Organización Internacional del Trabajo.

María Luisa Rodríguez de la Pinta

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Puerta de Hierro. Majadahonda. Madrid (España)

José María Roel Valdés

Sector Enfermedades Profesionales. Centro Territorial INVASSAT. Alicante (España)

COMITÉ CIENTÍFICO

Fernando Álvarez Blázquez

Instituto Nacional de la Seguridad Social. Vigo (España)

Francisco Jesús Álvarez Hidalgo

Unidad de Salud, Seguridad e Higiene del Trabajo. Comisión Europea (Luxemburgo)

Carmen Arceiz Campos

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital de La Rioja. Logroño (España)

Ricardo Burg Ceccim

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil

María Dolores Carreño Martín

Directora Provincial MUFACE. Servicio Provincial de Madrid. Madrid (España)

Fernando Carreras Vaquer

Sanidad Exterior. Ministerio de Sanidad. Madrid (España)

Amparo Casal Lareo Azienda Ospedaliera.

Universitaria Careggi. Florencia (Italia)

Covadonga Caso Pita

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid (España)

Rafael Castell Salvá

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Palma de Mallorca (España)

María Castellano Royo

Universidad de Granada. Facultad de Medicina. Granada (España)

Luis Conde-Salazar Gómez

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

Francisco Cruzet Fernández

Especialista en Medicina del Trabajo. Madrid (España)

María Fe Gamó González

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

María Ángeles García Arenas

Servicio de Prevención y Salud Laboral. Tribunal de Cuentas. Madrid (España)

Fernando García Benavides

Universidad Pompeu-Fabra. Barcelona (España)

Vega García López

Instituto Navarro de Salud Laboral. Pamplona (Navarra). España

Juan José Granados

Arroyo Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Severo Ochoa. Leganés, Madrid (España)

Felipe Heras Mendaza

Hospital de Arganda del Rey. Arganda del Rey, Madrid (España)

Cuauhtémoc Arturo Juárez Pérez

Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. Instituto Mexicano del Seguro Social. México

Francisco Marqués Marqués

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)

Gabriel Martí Amengual

Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

Begoña Martínez Jarreta

Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España)

Pilar Nova Melle

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid (España)

Elena Ordaz Castillo

Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

Carmen Otero Dorrego

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General de Móstoles. Móstoles, Madrid (España)

Cruz Otero Gómez

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares. Madrid (España)

Fernando Rescalvo Santiago

Jefe de la Unidad Docente Multidisciplinar de Salud Laboral de Castilla y León. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. España

Vicente Sánchez Jiménez

Sección Departamental de Economía Aplicada, Pública y Política. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid (España)

Pere Sant Gallén

Escuela de Medicina del Trabajo. Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

Dolores Solé Gómez

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Barcelona (España)

José Ramón Soriano

Corral Mutua Universal. Madrid (España)

Rudolf Van Der Haer

MC Mutual. Barcelona (España)

Carmina Wanden-Berghe

Universidad CEU Cardenal Herrera. Elche. Alicante (España). Hospital General Universitario de Alicante (España)

Marta Zimmermann Verdejo

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)



SUMARIO / CONTENTS

EDITORIAL

Origen y avances del Observatorio Internacional de Neumoconiosis

Origin and progress of the International Pneumoconiosis Observatory

Diemen Delgado-García, Robert A. Cohen, Narufumi Suganuma..... 137-138

ORIGINALES

Estilo de liderazgo en profesionales de enfermería dentro de un sistema público

Leadership style in nursing professionals within a public healthcare system

Tamara Aguayo-Loyola, Javiera Aguilera-Wall, Valentina Cifuentes-Quintana,
Estefanía Arias-Jiménez, Pamela Montoya-Cáceres..... 139-148

Adaptación transcultural al español chileno de la Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) en profesores: estudio Delphi

Cross-cultural adaptation to Chilean Spanish of the Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) in teachers: Delphi study

Gabriel Lagos-Riveros, Karen Domínguez-Cancino, Carolina Luengo-Martínez,
Bárbara Farías-Fritz, Freddy Guzmán-Garcés 149-159

REVISIONES

Efectos adversos de la radiación cósmica en personal aeronáutico: Revisión Sistemática

Side effects of cosmic radiation on aeronautic personnel: Systematic Review

María Teresa Ortiz-Ortiz, Ana Cecilia Romero-Aguirre, Valeria Olivier-Morillo,
Fátima Rosalyn Gonzales-Alvarado 160-186

Hidden Hearing Loss, Cochlear Synaptopathy and Occupational Noise

Pérdida Auditiva Oculta, Sinaptopatía Coclear y Ruido Ocupacional

Yolanda R. Peñaloza-López, Ma. de los Ángeles Loera-González, Felipe García-Pedroza,
Adrián Poblano..... 187-194

Riesgos dermatológicos en trabajadores expuestos a radiación ultravioleta solar

Dermatological risks in workers exposed to solar ultraviolet radiation

Jorge Díaz López, Blanca Hernández Hernández, Abel Francisco Martín Plasencia,
Adrián Luis Varela Pedreño..... 195-219




doi: 10.4321/s0465-546x2023000300001

Editorial

Origen y avances del Observatorio Internacional de Neumoconiosis

Origin and progress of the International Pneumoconiosis Observatory

Diemen Delgado-García^{1,2}  0000-0003-2600-8425

Robert A. Cohen²  0000-0001-7141-8795

Narufumi Suganuma³  0000-0003-1610-6216

¹Universidad de Aconcagua, Los Andes, Valparaíso, Chile.

²Universidad de Texas Valle del Río Grande, Edinburg, Estados Unidos.

³Universidad de Illinois, Chicago, Illinois, Estados Unidos.

⁴Universidad de Kochi, Nankoku, Kochi, Japón.

Correspondencia

Prof. Dr. Diemen Darwin Delgado-García PhD
diemen.delgado@uac.cl

Recibido: 12.08.2023

Aceptado: 26.08.2023

Publicado: 30.09.2023

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

Agradecimientos

A cada uno de los colaboradores que forman parte del Observatorio Internacional de Neumoconiosis.

Cómo citar este trabajo

Delgado-García D, Cohen RA, Suganuma N. Origen y avances del Observatorio Internacional de Neumoconiosis. *Med Segur Trab (Internet)*. 2023;69(272):137-138. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300001

Las Neumoconiosis aún siguen siendo un problema común en seguridad y salud en el trabajo, por la falta de información oficial sobre el número de trabajadores expuestos a agentes neumoconiogénos y antiguos trabajadores que estuvieron expuestos a estos agentes. Esta falta de datos puede dificultar la evaluación de la magnitud del problema, la implementación de medidas preventivas, la prestación de atención médica adecuada y la compensación a las personas afectadas.

La silicosis es un problema de alcance global, y ha supuesto una carga significativa para la sociedad y para las familias de los pacientes⁽¹⁾. Estados Unidos, China y algunos países de Europa son líderes en la investigación de la silicosis⁽²⁾. España, muestra una creciente prevalencia de casos de silicosis en individuos menores de cincuenta años desde el año 2005⁽³⁾. En naciones industrializadas y en aquellas en vías de desarrollo, se registran extensos pasivos ambientales relacionados con el amianto, derivados de proyectos de construcción de gran envergadura. El engrosamiento pleural es una consecuencia significativa de la exposición a todos los tipos de fibras de amianto, en los últimos años, ha aumentado en frecuencia en comparación con la asbestosis parenquimatosa⁽⁴⁾. En Italia, la incidencia del mesotelioma maligno entre las mujeres es notablemente alta, debido a los diversos contextos en los que las mujeres han estado expuestas al amianto⁽⁵⁾.

Para abordar este problema, el “Observatorio Internacional de Neumoconiosis” tiene como objetivo emprender esfuerzos de investigación y recopilación de datos para obtener información sobre la prevalencia e incidencia de casos de neumoconiosis en las Américas, de igual forma aglutinará iniciativas para fortalecer la conciencia de los trabajadores y empleadores sobre los riesgos de la exposición a agentes neumoconiogénos, abogando por una mejora en las regulaciones y prácticas de seguridad y salud en el trabajo.

El observatorio está conformado por investigadores-académicos de 21 países de América (Canadá, EEUU, México, Cuba, República Dominicana, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina, Chile), 2 países de Europa representados por Italia, España y de Asia Japón, este esfuerzo internacional refleja una perspectiva amplia y enriquecedora. La inclusión de académicos e investigadores de distintos continentes aporta una diversidad única de conocimientos, enfoques y experiencias. Esto permite no solo abordar las neumoconiosis desde diversas perspectivas, sino también comprender mejor las variaciones regionales en la prevalencia, los factores de riesgo y las prácticas relacionadas con la exposición a polvos neumoconiogénos.

Finalmente, la colaboración internacional facilita la consolidación de datos, el intercambio de mejores prácticas y la identificación de patrones emergentes. Además, promueve la creación de estrategias de intervención más efectivas y adaptadas a las características específicas de cada región.

Bibliografía

1. Li T, Yang X, Xu H, Liu H. Early Identification, Accurate Diagnosis, and Treatment of Silicosis. *Can Respir J*. 2022 Apr 25; 2022:3769134. doi: 10.1155/2022/3769134. PMID: 35509892; PMCID: PMC9061058.
2. RenChen, X., Wang, W. & Lu, Y. Emerging trends in silicosis research: a scientometric review. *Environ Sci Pollut Res* 30, 113280–113296 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30418-7>
3. Menéndez-Navarro A, Cavalin C, García-Gómez M, Gherasim A. Analysis of Hospital Care Registers due to Silicosis in Spain, 1997-2020. *Rev Esp Salud Publica*. 2023 Dec 20;97: e202312113. Spanish. PMID: 38126465.
4. Miller A. Recognizing the pleura in asbestos-related pleuropulmonary disease: known and new manifestations of pleural fibrosis. *Am J Ind Med*. 2024; 67: 73-80. doi:10.1002/ajim.23553
5. Visonà SD, Capella S, Borrelli P, Villani S, Favaron C, Kurzhunbaeva Z, Colosio C, Belluso E. Asbestos burden in lungs of non-occupationally exposed women from Broni (Pavia, Italy): a postmortem SEM-EDS study. *J Thorac Dis* 2023. doi: 10.21037/jtd-23-1061



doi: 10.4321/s0465-546x2023000300002

Artículo original

Estilo de liderazgo en profesionales de enfermería dentro de un sistema público

Leadership style in nursing professionals within a public healthcare system

Tamara Aguayo-Loyola¹ 0000-0001-9866-7230

Javiera Aguilera-Wall¹ 0000-0001-8475-1570

Valentina Cifuentes-Quintana¹ 0000-0002-7222-5730

Estefanía Arias-Jiménez¹ 0000-0001-8607-3283

Pamela Montoya-Cáceres^{1,2} 0000-0002-6488-7195

¹Universidad Adventista de Chile, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Enfermería, Chile.

²Universidad del Bío-bío, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Chile.

Correspondencia

Pamela Montoya-Cáceres
pamelamc3@gmail.com

Recibido: 05.06.2023

Aceptado: 12.09.2023

Publicado: 30.09.2023

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración voluntaria de los profesionales de enfermería de la Región de Ñuble.

Cómo citar este trabajo

Aguayo-Loyola T, Aguilera-Wall J, Cifuentes-Quintana V, Arias-Jiménez E, Montoya-Cáceres P. Estilo de liderazgo en profesionales de enfermería dentro de un sistema público. Med Segur Trab (Internet). 2023;69(272):139-148. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300002

BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: El liderazgo implica influir, motivar y organizar a otros para alcanzar metas y objetivos de manera efectiva. En el ámbito de la salud, se requiere enfermeros líderes flexibles que fomenten la participación en la toma de decisiones y conduzcan discusiones.

Objetivo: Identificar el estilo de liderazgo de los profesionales de enfermería del sector público de la región de Ñuble, 2022.

Método: Estudio descriptivo de corte transversal. La muestra fueron 62 enfermeros el sector público de la región de Ñuble. Se aplicó un cuestionario sociodemográfico y otro que describe la conducta del supervisor elaborado por investigadores de la Universidad de Ohio. Fue autorizado por el Comité Ético Científico de la Universidad Adventista de Chile. Se aplicaron frecuencias absolutas y tablas dinámicas en Microsoft Excel.

Resultados: El estilo de liderazgo predominante es delegar, con un 33,9 %, y el menos utilizado es dirigir, con un 14,5 %. La muestra fue constituida mayoritariamente por mujeres de 23 a 33 años que realizan trabajo diurno y presentan una alta motivación laboral.

Conclusiones: Se notó un predominio del liderazgo delegativo, posiblemente relacionado con el nivel de madurez de los profesionales de enfermería, destacando que este estilo está estrechamente ligado al nivel más bajo de madurez, como se evidencia en la muestra mayoritaria de individuos de 23 a 33 años.

Palabras clave: liderazgo; enfermería; adulto joven.

Abstract

Introduction: Leadership involves influencing, motivating, and organizing others to achieve goals and objectives effectively. In the healthcare field, flexible nursing leaders are required to encourage participation in decision-making and lead discussions.

Objective: To identify the leadership style of nursing professionals in the public sector of the Ñuble region in 2022.

Method: A descriptive cross-sectional study was conducted with a sample of 62 nurses in the public sector of the Ñuble region. A sociodemographic questionnaire and another describing supervisor behavior, developed by researchers from the University of Ohio, were administered. The study was authorized by the Scientific Ethics Committee of the Adventist University of Chile. Absolute frequencies and pivot tables were applied using Microsoft Excel.

Results: The predominant leadership style is delegation, at 33.9%, and the least used is directing, at 14.5%. The sample consisted mainly of women aged 23 to 33 who work during the day and exhibit high work motivation.

Conclusions: A predominance of delegative leadership was observed, possibly related to the maturity level of nursing professionals. This style is closely linked to the lowest level of maturity, as evidenced by the majority of individuals in the sample aged 23 to 33.

Keywords: Leadership; nursing; young adult.

Introducción

El liderazgo en enfermería es una situación de influencia, que incluye voluntad para trabajar con el objetivo de esforzarse de manera voluntaria para llegar a las metas del grupo¹. Se basa en el conjunto de profesionales como equipo y su relación con quien los guía, como, por ejemplo, los jefes de cada unidad. Ahora bien, el cargo de líder no garantiza su aceptación en el grupo, ni su capacidad de ejercer el puesto.

Es posible que el enfermero/a tenga la capacidad de dirigir, pero no muestre la capacidad de gestionar, lo que no es ideal. Por ende, es de esperar que la enfermera líder, además de ser eficaz, ponga en práctica los planes y logre las metas propuestas, para lo que también debe estar calificada en cuanto a gestión dentro del equipo de enfermería.

Para aplicar el liderazgo en enfermería, la enfermería debe ser consciente y estar dispuesta a aceptar responsabilidades de liderazgo, tales como la gestión e implementación de estrategias en salud. Los líderes deben entender a todos y reconocer las necesidades y diferencias de cada persona, como las habilidades, actitudes, sentimientos y emociones. Cada profesional de enfermería debe tener hábitos de trabajo constructivos, la capacidad de criticar y aceptar la crítica, y la capacidad de ayudar a otras enfermeras a mejorar, tanto personal como profesionalmente. Es posible lograr la capacidad de mostrarse de manera positiva, para saber dónde están y hacia dónde quieren ir.⁽²⁾

Son múltiples las teorías del liderazgo a lo largo de la historia. El liderazgo es la capacidad que un individuo tiene de influir, motivar y organizar a otros, además de llevar a cabo acciones conjuntas, para llegar a las metas que se propongan, logrando así los objetivos que integren a grupos en un marco efectivo.⁽³⁾

Hersey. P y Blanchard B. proponen que el estilo de liderazgo situacional debe cambiar según varía la madurez de los subordinados, considerando las competencias independientes, como de desempeño, experiencia en el área, habilidades resolutivas y compromiso con el trabajo.⁽⁴⁾

A nivel internacional se mencionan estudios que reflejan un déficit de profesionales de enfermería en el área de la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que tanto enfermeras como matronas representan el 50 % de la escasez. Esto se deriva de barreras para que las profesionales alcancen su máximo potencial, como limitaciones para desempeñar el cargo de líder a causa de diferenciación o estigma de género en diferentes culturas, acoso laboral, falta de capacitaciones, entre otras. Las mujeres representan el 25 % de los roles de liderazgo del servicio. Es primordial tratar los obstáculos para alcanzar el liderazgo, para garantizar servicios de salud de calidad en un óptimo entorno laboral.⁽⁵⁾

En Chile, la reforma de salud crea una nueva autoridad sanitaria,⁽⁶⁾ a través de la Ley 19.937, confiando a las enfermeras la responsabilidad de la gestión del cuidado personal, lo que también está previsto en el artículo 113 del DFL 725/1967, del Ministerio de Salud⁽⁷⁾, modificado por el artículo 7 de la Ley 19.536, que especifica el rol de la enfermería.⁽⁸⁾

El legislador le asignó tres nuevas funciones a través de aquella modificación: “la gestión del cuidado, la ejecución de las acciones derivadas del diagnóstico y tratamiento médico; y la responsabilidad de procurar los mejores recursos para la asistencia a los pacientes”, Así, se considera al liderazgo como el garante en el cuidado y derechos de los pacientes.⁽⁹⁾ El presente trabajo tiene como objetivo identificar el estilo de liderazgo que presentan los profesionales de enfermería del sistema público de la región de Ñuble.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal. La población estuvo compuesta por enfermeros y enfermeras de distintos establecimientos públicos de salud de la región de Ñuble, tales como centros de atención primaria y hospitales. Mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, se seleccionaron 62 profesionales de enfermería que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron: profesionales de enfermería activos en el sistema público de la región de Ñuble, así como aquellos en

licencia médica. Se excluyeron aquellos que no habían otorgado su consentimiento informado o participantes que hayan dejado la encuesta sin finalizar.

La caracterización sociodemográfica de la muestra se llevó a cabo mediante un cuestionario desarrollado por los autores del presente estudio, titulado “Características demográficas y laborales”. Este instrumento constó de seis preguntas, abordando tres aspectos relacionados con la información demográfica (género, edad, residencia) y las tres restantes centradas en las características laborales (tipo de turnos, motivación, lugar de trabajo). Este instrumento, previo a su aplicación, fue validado por expertos de la Universidad Adventista de Chile.

Para identificar el estilo de liderazgo en los profesionales de enfermería se utilizó el Supervisory Behavior Description Questionnaire-SBDQ, en su versión en el español, el cual cuenta con un alfa de Cronbach de 0.8, según la literatura consultada.⁽¹⁰⁾ Este instrumento recoge información sobre los distintos tipos de estilos de liderazgo en el ámbito laboral. Esta versión contempla dos dimensiones: “conducta” y “tarea”, que se miden con 48 ítems, cuyas respuestas están en una escala de Likert que ofrece 5 alternativas, ordenadas desde “siempre” hasta “nunca”, que describen la conducta del supervisor. A las alternativas, en orden decreciente, se les asignan 4, 3, 2, 1 y 0 puntos; excepto a los ítems 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 35, 42, donde la puntuación es inversa, siendo 0, 1, 2, 3 y 4 puntos.

En la interpretación de los datos, primero se suman las puntuaciones de los 28 primeros ítems para determinar la puntuación de la dimensión relación. En segundo lugar, se suman los siguientes 20 ítems para determinar la puntuación de la dimensión tarea. En tercer lugar, se utilizaron las medianas de la dimensión relación y de la dimensión tarea para clasificar a los líderes con alta y baja puntuación en las dimensiones. La mediana divide a los líderes en dos categorías dentro de ambas dimensiones: alto y bajo. Finalmente, se recodifican las distintas categorías en relación con los cuatro estilos utilizados en el instrumento: alta tarea y baja relación, Dirigir (E1); alta tarea y alta relación, Persuadir (E2); baja tarea y alta relación, Participar (E3); baja relación y baja tarea, Delegar (E4).

Con el objetivo de describir las variables de estudio que fueron de tipo cualitativas, se aplicaron frecuencias absolutas y sus respectivas frecuencias relativas porcentuales. Se ocupó la herramienta de tablas dinámicas en Microsoft Excel y el programa SPSS v.25.

Todos los participantes fueron debidamente informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio, garantizándose la confidencialidad y privacidad de la información recopilada. Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante antes de su inclusión en la investigación, asegurando que su participación fuera voluntaria y que pudieran retirarse en cualquier momento sin repercusiones. Además, la presente investigación constó con la aprobación del Comité Ético Científico de la Universidad Adventista de Chile (Dictamen 2022-44, según acta n.º 2022-23 y el voto n.º 2022-49 del 24 de agosto de 2022).

Resultados

La Tabla 1 muestra que el 85 % de los participantes fueron mujeres, que el 64,5 % señaló una edad entre 23-33 años (el 1,6 % tiene 55 y más años) y que el 88,7 % viven en una zona urbana.

La Tabla 2 muestra que el 58,0 % dijo trabajar en la modalidad de jornada laboral diurna. El 46,7 % de los profesionales de enfermería tienen presente las aptitudes laborales de versatilidad, iniciativa, seguridad, compañerismo y adaptabilidad, seguido de las mismas aptitudes en un 11,8 %, excluyendo la versatilidad. Con respecto de la motivación, el 72,5 % refirió estar motivado con su labor y 1,6 % no estarlo. Finalmente, el 54,8 % de los participantes se desempeñan en el área hospitalaria y solo el 1,6 % lo hace en los servicios de SAMU y SAR.

Tabla 1: Características Sociodemográficas de los enfermeros del sistema público de la región de Ñuble, 2022.

Variable		n	%
Género	Femenino	53	85.50%
	Masculino	9	14.50%
Edad	23-33 años	40	64.50%
	34-44	18	29.00%
	45-55	3	4.80%
	55 y más	1	1.60%
Zona donde vive	Urbana	55	88.70%
	Rural	7	11.30%
	Enfermeros del sector público	62	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Características laborales de los enfermeros del sistema público de la región de Ñuble, 2022.

Variable	n	%
Jornada laboral	Diurno (8:00-17:00)	36 58%
	Sistema de turnos	26 42%
Aptitudes laborales	Adaptabilidad	5 8%
	Iniciativa	2 3.20%
	Iniciativa, seguridad compañerismo, adaptabilidad	7 11.20%
	Seguridad y compañerismo	2 3.20%
	Seguridad y compañerismo, adaptabilidad	4 6.40%
	Versatilidad	1 1.60%
	Versatilidad, adaptabilidad	1 1.60%
	Versatilidad, iniciativa	3 4.80%
	Versatilidad, iniciativa, adaptabilidad	5 8%
	Versatilidad, iniciativa, seguridad compañerismo	1 1.60%
	Versatilidad, iniciativa, seguridad compañerismo, adaptabilidad	29 46.70%
	Versatilidad, seguridad compañerismo	1 1.60%
	Versatilidad, seguridad compañerismo, adaptabilidad	1 1.60%
Motivación laboral	A veces	16 25.80%
	Sí	45 72.50%
	No	1 1.60%
Lugar de trabajo	Atención primaria	27 43.50%
	Hospital	34 54.80%
	SAMU o SAR	1 1.60%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se observa que el estilo de liderazgo de los/as enfermeros es mayoritariamente el de delegar, con un 33,9 %, mientras que el estilo menos utilizado es el de dirigir, con un 14,5 %.

Tabla 3: Estilos de Liderazgo de los enfermeros del sistema público de la región de Ñuble, 2022.

Estilo	n	%
Dirigir	9	14.50%
Persuadir	16	25.80%
Participar	16	25.80%
Delegar	21	33.90%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 señala que, de las mujeres, el 48,4 % realizan jornada diurna, el 37,1 % realiza turnos y el 29,0 % se encuentran en el rango etario de 23-33 años. La mayoría pertenece a la zona urbana, con un 53,2 %. Además, se observó que el género femenino presenta una motivación laboral de 66,1 % y que el 45,2 % trabaja en hospital.

Tabla 4: Comparación de características sociodemográficas y características laborales de los enfermeros del sistema público de la región de Ñuble, 2022.

Variable Sociodemográfica		Variables Laborales													
		Turnos				Motivación				Lugar de trabajo					
		Diurno		Sistema de turnos		A veces		Sí		No		APS		Hospital	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Género	Femenino	30	48.4	23	37.1	12	19.4	41	66.1	0	0%	24	38.7	28	45.2
	Masculino	6	9.7	3	4.8	4	6.5	4	6.5	1	1.6	3	4.8	6	9.7
	23-33 años	18	29	22	35.5	10	16.1	29	46.8	1	1.6	13	21	26	41.9
Edad	34-44 años	14	22.6	4	6.5	6	9.7	12	19.4	0	0	11	17.7	7	11.3
	45-55 años	3	4.8	0	0	0	0	3	4.8	0	0	2	3.2	1	1.6
	55 y más	1	1.6	0	0	0	0	1	1.6	0	0	1	1.6	0	0
Zona donde vive	Rural	3	4.8	4	6.5	3	4.8	4	6.5	0	0	1	1.6	6	9.7
	Urbano	33	53.2	22	35.5	13	21	41	66.1	1	1.6	26	41.9	28	45.2

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 señala que un 41,9 % del género femenino cuenta con las aptitudes laborales de versatilidad, iniciativa, seguridad, compañerismo y adaptabilidad; donde el 30,6 % pertenece al rango etario de 23 a 33 años, del cual el 43,5 % vive en zona urbana.

Tabla 5: Comparación de variable sociodemográficas y aptitudes laborales de los enfermeros del sistema público de la región de Ñuble, 2022.

Variables Laborales		Variables Sociodemográficas															
		Género				Edad								Zona donde vive			
		Femenino		Masculino		23-33 años		34-44 años		45-55 años		55 años y más		Rural		Urbano	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Adaptabilidad		3	4.8	2	3.2	3	4.8	2	3.2	0	0	0	0	1	1.6	4	6.5
Iniciativa		2	3.2	0	0	2	3.2	0	0	0	0	0	0	1	1.6	1	1.6
Iniciativa, seguridad compañerismo, adaptabilidad		7	11.3	0	0	5	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11.3
Seguridad, compañerismo		1	1.6	1	1.6	0	0	2	3.2	0	0	0	0	1	1.6	2	3.2
Seguridad, compañerismo, adaptabilidad		3	4.8	1	1.6	3	4.8	1	1.6	0	0	0	0	0	0	3	4.8
Versatilidad		1	1.6	0	0	0	0	1	1.6	0	0	0	0	0	0	1	1.6
Versatilidad, adaptabilidad		1	1.6	0	0	1	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.6
Versatilidad, iniciativa		2	3.2	1	1.6	1	1.6	1	1.6	1	1.6	0	0	0	0	3	4.8
Versatilidad, iniciativa, adaptabilidad		5	8.1	0	0	3	4.8	1	1.6	1	1.6	0	0	2	3.2	3	4.8
Versatilidad, iniciativa, seguridad, compañerismo		1	1.6	0	0	1	1.6	2	3.2	0	0	0	0	0	0	1	1.6
Versatilidad, iniciativa, seguridad, compañerismo, adaptabilidad		26	41.9	3	4.8	19	30.6	8	12.9	1	1.6	1	1.6	2	3.2	27	43.5
Versatilidad, seguridad, compañerismo		1	1.6	0	0	1	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.6
Versatilidad, seguridad, compañerismo, adaptabilidad		0	0	1	1.6	1	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.6
TOTAL		53	85.5	9	14.5	40	64.5	18	29	3	4.8	1	1.6	7	11.3	55	88.7

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los resultados de este estudio han puesto en evidencia una alta prevalencia del estilo de liderazgo delegar en el personal de enfermería estudiado. Estos resultados difieren de los de un estudio⁽¹¹⁾ realizado en la ciudad de San Luis Potosí, México, en el año 2011, el cual fue aplicado a enfermeras jefes de los servicios, evidenciando que predomina el estilo de liderazgo de persuadir. Los estilos de liderazgo presentan variaciones en función de la madurez profesional de los enfermeros, considerando indicadores como el rendimiento pasado, la experiencia laboral, las habilidades analíticas y el cumplimiento de fechas. Al analizar el segmento más representativo de encuestados, que se sitúa mayoritariamente en el rango de edades de 23 a 33 años, se sugiere que esta franja etaria puede influir en la predominancia del estilo de liderazgo basado en la delegación.

Se observó que la muestra de estudio presenta una motivación laboral alta en el género femenino. Esto contrasta con un estudio similar⁽¹²⁾ realizado en Buenos Aires, Argentina, en el año 2019, en el cual se observó que la motivación laboral del sector privado cuenta con tendencia media a baja, según los resultados de su instrumento, los cuales medían la motivación y satisfacción laboral relacionados con el desarrollo personal y desempeño de tareas, al ser un hospital privado de alta complejidad. Estas disparidades podrían estar vinculadas a las distintas metodologías empleadas para recopilar datos en cada investigación.

Investigaciones recientes han empleado una medida del comportamiento –no de las actitudes– de las enfermeras líderes a partir de la descripción de sus subordinados, donde han verificado dos supuestos de los diez planteados, es decir, la utilización del poder coercitivo aumenta la probabilidad de tener el estilo de liderazgo dirigir, e igualmente ocurre con respecto del poder referente con el estilo participar. Por otra parte, señalan que la probabilidad de desarrollar un estilo de liderazgo disminuye a partir de la utilización de las bases de poder propuestas por su propio modelo.⁽¹³⁾

En esta investigación, se vinculó la conducta de tarea y de relación para obtener el estilo de liderazgo de los profesionales de enfermería en el ejercicio de ser líder. Por otra parte, los resultados pusieron de manifiesto que la profesión de enfermería tiene predominio femenino, esto es debido a que es el género que más estudia esta carrera. Un estudio similar sobre el género en enfermería⁽¹⁴⁾ afirma que la enfermería ha estado influenciada por el género desde sus inicios, ya que es una actividad predominantemente femenina. La femineidad siempre ha estado asociada a las prácticas humanas con respecto a la salud y, de hecho, en la mayoría de las culturas antiguas, siempre ha sido responsabilidad de las mujeres “cuidar” a los niños, a las mujeres trabajadoras y a los enfermos en general.

Considerando lo anterior, Rueda centra su investigación⁽¹⁵⁾ en la mujer dentro de las profesiones de salud, arrojando que el 72 % de quienes estudian la carrera de Enfermería son mujeres, debido a que las mujeres actúan en lo contextual, en la responsabilidad por los demás, en las relaciones y en una concepción global y no solo normativa de la moral. La figura femenina plantea una tesis humanizada, que conlleva una construcción del hacer coherente con la justicia, la solidaridad, la responsabilidad y el respeto a la dignidad humana. En su estudio basado en las teorías del desarrollo moral,⁽¹⁶⁾ Kohlberg, define la adquisición de la conciencia moral como el desarrollo de un sentido individual de justicia. Y, por otro lado, Gilligan sostiene⁽¹⁷⁾ que las mujeres definen su moralidad como la capacidad de situarse en el punto de vista de la otra persona y como una inclinación a sacrificarse para asegurar el bienestar del otro.

Conclusiones

Esta investigación resalta la relevancia del liderazgo en los profesionales de enfermería, ya que influye significativamente en el funcionamiento de una organización. Se observó una predominancia del estilo de liderazgo delegativo, lo cual podría estar vinculado con el nivel de madurez de los profesionales de enfermería. Se destaca que el estilo de liderazgo está estrechamente relacionado con el nivel de madurez, siendo la delegación considerada como el nivel más bajo de madurez, como se evidencia en la muestra mayoritaria compuesta por individuos de 23 a 33 años.

Esta relación entre el nivel de madurez y el estilo de liderazgo sugiere que cada nivel de madurez se corresponde con ciertas conductas de liderazgo, y se predice una mayor efectividad cuando hay un ajuste adecuado entre el nivel de madurez y el estilo de liderazgo exhibido.

Se enfatiza la importancia de la habilidad de liderar en el ámbito profesional de la enfermería, ya que proporciona las herramientas necesarias para la comunicación efectiva dentro de un grupo, facilitando la resolución de problemas y, por ende, un rendimiento óptimo y eficaz. Sin embargo, se reconoce la existencia de barreras en la educación que afectan el desempeño laboral temprano, subrayando la necesidad de valorar el papel del liderazgo en la formación de profesionales competentes, integrándolo en el aprendizaje a lo largo de su carrera.

Desde la perspectiva de los autores de este estudio, según la experiencia de cada uno en la disciplina, instamos a las comunidades académicas a considerar estos resultados y diseñar programas de formación en enfermería que integren el liderazgo dentro de su malla académica. Esta integración no solo mejorará el rendimiento individual, si no también contribuirá a un sistema de salud más eficiente. Es importante reconocer la conexión entre la madurez y el estilo de liderazgo en los estudiantes, para que así los docentes puedan adaptar estrategias de desarrollo personalizado generando líderes sólidos y competentes en enfermería.

Esta visión práctica apoya la comprensión de que el liderazgo no es una habilidad estática sino dinámica que se desarrolla y mejora a medida que los profesionales ganan experiencia y enfrentan nuevos desafíos en enfermería.

Bibliografía

1. Quiroga A. La importancia del liderazgo en el desarrollo de nuestra profesión. Rev Enf Neonatal [Internet]. 2021 [citado 11 dic 2023];1(1):22-4. Disponible en: <https://www.fundasamin.org.ar/web/revista-enfermeria-neonatal-ano-i-n-%c2%ba-1/>
2. Gartrido-Piosa M, Mojarro-Girol S, Tierra-Burguillo P. Liderazgo en enfermería: su importancia para el desarrollo de la disciplina. Rev Electron de PortalesMedicos.com [Internet]. 2014 mayo 26 [citado 11 dic 2023];9(9):Artículo 386 [5 p.]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/liderazgo-enfermeria-desarrollo-de-la-disciplina/>
3. Escuela Europea de Excelencia. La importancia del liderazgo en el desarrollo organizacional: 8 razones de peso [página web]. Córdoba, España: Escuela Europea de Excelencia;2020 [acceso 11 dic 2023]. Disponible en: <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2020/10/la-importancia-del-liderazgo-en-el-desarrollo-organizacional-8-razones-de-peso/>
4. Santa B, Sánchez E, Rodríguez-Fernández A. 40 Años de la teoría del liderazgo situacional: una revisión. Revista Latinoamericana de Psicología [Internet]. 2010 [citado 11 dic 2023];42(1):25-39. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/805/80515880003.pdf>
5. Newman C, Stilwell B, Rick S, Petersen K. Investing in the Power of Nurse Leadership: What Will It Take? [Internet]. Chapel Hill (NC): IntraHealth; 2019 [citado 11 dic 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/m/item/investing-in-the-power-of-nurse-leadership>. Publicado junto a Nursing Now y Johnson & Johnson.
6. Ley 19.937. Modifica el D.L. N.º 2.763, de 1979, con la finalidad de establecer una nueva concepción de la autoridad sanitaria, distintas modalidades de gestión y fortalecer la participación ciudadana. D.O. 24 de febrero de 2004. Disponible en: <https://bcn.cl/2f7j5>
7. Decreto con fuerza de ley N.º 725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, sobre Código Sanitario. D.O. 31 de enero de 1968. Disponible en: <https://bcn.cl/2f8kr>
8. Ley 19.536. Concede una bonificación extraordinaria para enfermeras y matronas que se desempeñan en condiciones que indica, en los establecimientos de los servicios de salud. D.O. 16 de diciembre de 1997. Disponible en: <https://bcn.cl/2ga1u>

9. Quezada-Torres C, Illesca-Pretty M, Cabezas-González M. Percepción del liderazgo en las(os) enfermeras(os) de un hospital del sur de Chile. *Cienc enferm* [Internet]. 2014;20(2): 41-51. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532014000200005&lng=es. doi:10.4067/S0717-95532014000200005.
10. Northouse P. *Leadership: Theory and Practice*. 6.^a ed. Estados Unidos: SAGE Publications; 2013.
11. Pérez Robles C. *Estilo de liderazgo de enfermeras jefes de piso en una institución de seguridad social* [Tesis de maestría en Internet]. San Luis Potosí (MX): Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2011 oct [citado 11 dic 2023]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3061>
12. Fernández M, Raybau L, Racedo M, Roberts C, Sabatini C, Moraes D. Motivación y satisfacción laboral de profesionales de enfermería de un hospital privado de alta complejidad. *Nure Investig* [Internet]. 2019 [citado 11 dic 2023];16(103):1-8. Disponible en: <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/1722/893>
13. García I, Santa-Bárbara E. Relación entre estilos de liderazgo y bases de poder en las enfermeras. *Rev. Latino-am* [Internet]. 2009 [citado 11 dic 2023];17(3). Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/NghqLKhtLBP3VxZV6TGRHRr/?format=pdf&lang=es>
14. García A, Sainz. A, Botella. M. La enfermería vista desde el género. *Index Enferm* [Internet]. 2004 [citado 11 dic 2023];13(46):45-48. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962004000200009
15. Rueda L. La mujer en las profesiones de la Salud. *Acta Bioeth* [Internet]. 2006 [citado 11 dic 2023];12(2):177-183. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2006000200006
16. Kohlberg L. *Psicología del desarrollo moral*. 2.^a ed. Biblioteca de psicología. Bilbao: Desclée De Brouwer; 1992.
17. Gilligan C, Utrilla J. *La moral y la teoría: psicología del desarrollo femenino*. México: Fondo de cultura económica; 1985.



doi: 10.4321/s0465-546x2023000300003

Artículo original

Adaptación transcultural al español chileno de la Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) en profesores: estudio Delphi

Cross-cultural adaptation to Chilean Spanish of the Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) in teachers: Delphi study

Gabriel Lagos-Riveros¹ 0000-0002-0908-9238

Karen Domínguez-Cancino²⁻³ 0000-0002-4264-8476

Carolina Luengo-Martínez⁴ 0000-0002-6541-3645

Bárbara Farías-Fritz¹ 0000-0001-7824-8741

Freddy Guzmán-Garcés⁵ 0009-0007-6923-0364

¹Universidad del Bío-Bío, Departamento de Ciencias de la Rehabilitación en Salud, Facultad de Ciencias de la Salud y los Alimentos, Chillán, Chile.

²Université de Sherbrooke, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Service sur les dépendances, Longueuil, Canada.

³Universidad Bernardo O'Higgins. Centro de Estudios e Investigación en Salud (CEISS), Santiago, Chile.

⁴Universidad del Bío-Bío, Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud y los Alimentos, Chillán, Chile.

⁵Universidad del Bío-Bío, Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Construcción (CITEC), Concepción, Chile.

Correspondencia

Gabriel Lagos-Riveros
glagos@ubiobio.cl

Recibido: 22.05.2023

Aceptado: 18.08.2023

Publicado: 30.09.2023

Contribuciones de autoría

GLR: idea, diseño, recolección, análisis e interpretación de datos; escritura del borrador del artículo, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final de la versión a ser publicada.

KDC: idea, diseño, recolección, análisis e interpretación de datos; escritura del borrador del artículo, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final de la versión a ser publicada

CLM: idea, diseño, recolección, escritura del borrador del artículo, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final de la versión a ser publicada.

BFF: revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final de la versión a ser publicada.

FGG: revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final de la versión a ser publicada.

Financiación

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2020 de la Superintendencia de Seguridad Social Chile, y fue financiado por Mutual de Seguridad C.Ch.C con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales. Grupo de Investigación CommuniCog, Universidad del Bío-Bío (GI2309435)

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

Agradecemos a los expertos que participaron desinteresadamente en el desarrollo del método Delphi y también al personal docente que participó en el pilotaje.

Cómo citar este trabajo

Lagos-Riveros G, Domínguez-Cancino K, Luengo-Martínez C, Farías-Fritz B, Guzmán-Garcés F. Adaptación transcultural al español chileno de la Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) en profesores: estudio Delphi. *Med Segur Trab (Internet)*. 2023;69(272):-159. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300003

 BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: objetivo de este estudio es presentar el proceso de adaptación transcultural del instrumento Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) para la población de profesores que realizaron docencia de forma telemática a estudiantes de nivel primario y secundario durante la pandemia por COVID-19 en Chile.

Método: Estudio de corte transversal, polietápico. Se adaptó transculturalmente la PSS-10 al español chileno mediante un proceso de validación de contenido por expertos usando el método Delphi. Se seleccionaron 9 jueces expertos. Los ítems del cuestionario fueron evaluados bajo tres categorías: relevancia, claridad y suficiencia. Se realizaron dos rondas de evaluación para determinar el grado de concordancia entre jueces, evidenciado mediante el cálculo de índices de validez de contenido. La fase de pilotaje del instrumento se llevó a cabo utilizando la plataforma QuestionPro® en una muestra de 54 docentes, seleccionados a través de un muestreo por conveniencia. Como medida de consistencia interna se calculó un Alfa de Cronbach.

Resultados: el instrumento obtuvo un índice de validez de contenido por ítem entre 0,80 y 1,00, un índice de validez de contenido promedio de 0,97 y un índice de validez de contenido universal de 0,96. La consistencia interna arrojó una fiabilidad adecuada del PSS-10 (alfa de Cronbach de 0,85) adaptado transculturalmente al español chileno.

Conclusiones: La validación de contenido de la PSS-10, utilizando el método Delphi, permitió consensuar las opiniones expresadas por los expertos en estrés laboral. La escala demostró ser fiable, por tanto, podría ser aplicado para evaluar la autopercepción de estrés laboral en docentes chilenos.

Palabras clave: Docentes; estrés laboral; Método Delphi.

Abstract

Introduction: the aim of this study is to present the process of cross-cultural adaptation of the Perceived Stress Scale-10 (PSS-10) instrument for a population of teachers who taught primary and secondary school students remotely during the COVID-19 pandemic in Chile.

Method: Cross-sectional, multistage study. The PSS-10 was cross-culturally adapted to Chilean Spanish by means of a content validation process by experts using the Delphi method. Nine expert judges were selected. The questionnaire items were evaluated under three categories: relevance, clarity and sufficiency. Two rounds of evaluation were carried out to determine the degree of concordance between judges, evidenced by the calculation of content validity indexes. The trial phase of the instrument was carried out using the QuestionPro® platform in a sample of 54 teachers, selected through convenience sampling. Cronbach's alpha was calculated as a measure of internal consistency.

Results: the instrument obtained a content validity index per item between 0.80 and 1.00, an average content validity index of 0.97 and a universal content validity index of 0.96. Internal consistency yielded an adequate reliability of the PSS-10 (Cronbach's alpha of 0.85) cross-culturally adapted to Chilean Spanish.

Conclusion: The content validation of the PSS-10, using the Delphi method, allowed consensus on the opinions expressed by experts in occupational stress. The scale proved to be reliable; therefore, it could be applied to evaluate the self-perception of work stress in Chilean teachers.

Keywords: teachers; work stress; Delphi method.

Introducción

La pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto sin precedentes en el sistema educativo mundial, lo que ha obligado al personal docente a adaptarse rápidamente a un nuevo entorno de enseñanza virtual⁽¹⁾. No obstante, este cambio les ha generado un mayor estrés laboral y, por lo tanto, afectado su bienestar psicológico y desempeño profesional^(2,3). La transición a clases en línea y el cierre de escuelas han creado cambios significativos en la forma en que se entrega la enseñanza y han resultado en que la población docente enfrente factores adicionales y significativos de estrés laboral^(4,5,6,7).

En especial, la transición hacia la enseñanza virtual se ha acompañado de múltiples desafíos derivados de la falta de capacitación y experiencia previa en el uso de plataformas digitales, la necesidad de adaptarse a nuevas metodologías de enseñanza, las dificultades para mantener la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como la necesidad de conciliar la vida laboral y personal⁽³⁾. Los desafíos descritos anteriormente en conjunto la necesidad de pasar por este cambio de forma rápida ha generado un aumento en la percepción de estrés laboral impactando en el bienestar psicológico como el desempeño profesional de los docentes⁽⁸⁾, así también a la calidad de vida de los estudiantes^(1,9).

En este contexto, es esencial contar con instrumentos adecuados que permitan la detección temprana de los niveles de estrés en los docentes. En este sentido, los autores han creado una versión abreviada y validada en español de la Perceived Stress Scale (PSS-10)⁽¹⁰⁾, que mide el nivel percibido de estrés durante el último mes. No obstante, es importante tener en cuenta que la percepción del estrés laboral no es un fenómeno uniforme en todas las culturas y contextos.

La forma en que los docentes experimentan y manifiestan el estrés laboral puede verse influida por las diferencias culturales. Por esta razón, es crucial llevar a cabo una adaptación transcultural de la escala de estrés laboral percibido a fin de asegurar su validez y aplicación en distintos contextos culturales⁽¹¹⁾. Esta medida permitiría identificar los desafíos específicos a los que se enfrentan los docentes en la enseñanza en línea en distintos entornos culturales. Es importante destacar que la adaptación de esta escala se basa en un enfoque transcultural que considera los valores y normas culturales de cada contexto, lo que podría ser de gran ayuda para la comprensión de los efectos de la pandemia en la salud mental de los docentes. Asimismo, permitiría el desarrollo de intervenciones efectivas para prevenir y reducir el estrés laboral en el contexto de la enseñanza en línea durante la pandemia por COVID-19.

El proceso de adaptación transcultural de una escala es exigente debido que involucra la revisión y ajuste de los ítems de la escala original, considerando su comprensión y relevancia en el contexto cultural que se desea estudiar. Este proceso también debe prestar atención a los aspectos lingüísticos, por lo que se hace necesaria la traducción y retro-traducción de los ítems para asegurar que los conceptos se capturen y expresen fielmente en la lengua meta⁽¹¹⁾. Además, es fundamental llevar a cabo estudios de validez y confiabilidad en la población objetivo para asegurar la calidad psicométrica de la escala adaptada. De esta manera, se garantiza la adecuación de la escala al contexto cultural específico en el que se aplicará.

Por lo tanto, una adaptación transcultural de la escala de estrés laboral percibido en docentes que imparten clases en línea durante la pandemia de COVID-19 es un paso fundamental previo a la generación de estudios que busquen comprender los factores que influyen en el estrés laboral en este contexto y comparar los resultados entre diferentes culturas y contextos educativos. Por este motivo, el objetivo de este estudio es presentar el proceso de adaptación transcultural del instrumento PSS-10 para la población de profesores que realizaron docencia de forma telemática a estudiantes de nivel primario y secundario durante la pandemia por COVID-19 en Chile.

Métodos

Estudio de corte transversal, polietápico. En contexto del desarrollo de un proceso de adaptación transcultural de instrumentos de medición se consideró llevar a cabo un proceso de validación de contenido y evaluación de la consistencia interna del PSS-10 para adaptarlo culturalmente al español chileno.

PSS-10: Esta escala se basa en la original⁽¹⁰⁾, compuesta por 14 ítems, es un instrumento de auto-reporte que evalúa el nivel percibido de estrés durante el último mes. Utiliza una escala de respuesta de 5 puntos (0=nunca, 1=casi nunca, 2=de vez en cuando, 3=frecuentemente, 4 =muy frecuentemente). También cuenta con una versión abreviada con 10 ítems (PSS-10) la cual ha sido adaptada transculturalmente y validada a varios idiomas tales como el danés⁽¹²⁾, árabe⁽¹³⁾, japonés⁽¹⁴⁾, entre otros, incluyendo el español⁽¹⁵⁾. La puntuación total de la PSS-10 se obtiene invirtiendo las puntuaciones de los ítems 4, 5, 7 y 8. La puntuación directa obtenida indica que a una mayor puntuación corresponde un mayor nivel de estrés percibido.

Validez de contenido

El proceso de validez de contenido fue realizado entre los meses de abril y mayo de 2022. Dentro de la adaptación transcultural se consideró una primera subetapa de validez de contenido. Inicialmente se revisó la versión original en inglés⁽¹⁰⁾ y la traducción al español del instrumento⁽¹⁵⁾. Se realizaron ajustes lingüísticos leves llevados a cabo a través de discusión y consenso entre el equipo de investigadores⁽¹⁶⁾. Posteriormente, se realizó a través de un trabajo con expertos/as utilizando la técnica Delphi^(17,18). Para esto se contactó a expertos/as que cumplieran con los criterios que se muestran en la Figura 1.

Figura 1: Criterios de elegibilidad de expertos

1. Médicos/Enfermeras/Psicólogos laboral o profesionales afines al área de salud.
2. Que haya cursado programa de formación continua en el área.
3. Ejercicio profesional mínimo de 3 años en salud del trabajo y/o ocupacional.
4. Investigador principal en el área de estrés laboral.

En la primera ronda se calcularon los índices de validez de contenido y se obtuvieron comentarios para poder llevar a cabo una adaptación transcultural.

Para efectuar la validación a través de expertos se hizo envío de una carta de invitación con detalles del estudio, una carta de presentación de los instrumentos a evaluar y los instrumentos originales para el análisis de estos⁽¹⁹⁾. Adicionalmente, se envió una pauta para evaluar la claridad y pertinencia⁽²⁰⁾ de los ítems. En la validación se solicitó evaluar los ítems de cada instrumento en base a los criterios de relevancia, claridad y suficiencia con puntuaciones que fueron 1 a 4; en el caso de relevancia se consideraron las categorías no relevante, poco relevante, bastante relevante y muy relevante; en términos de claridad las categorías fueron: no claro, poco claro, bastante claro y muy claro; mientras que en suficiencia se consideraron las categorías no suficiente, poco suficiente, bastante suficiente y muy suficiente. Sumado a esto, en cada instrumento se puso a disposición un espacio donde se podía señalar cualquier tipo de observaciones o comentarios respecto a cada instrumento.

En el caso de la validez de contenido se calcularon los índices de validez de contenido por ítem (ICVI), validez de contenido promedio (Ave-CVI) y universal (U-CVI)^(20,21,22). Adicionalmente, se realizó un análisis de contenido de los comentarios de los expertos/as y se preparó una carta de respuesta final para justificar los ajustes realizados en cada instrumento.

Consistencia interna

El instrumento fue piloteado con un grupo de docentes utilizando un muestreo bolo de nieve con personas que cumplieran con los criterios de elegibilidad (Tabla 1). Este tipo de muestreo es habitualmente utilizado en poblaciones que son difíciles de contactar, el cual fue empleado en esta investigación de forma estratégicamente por temas de factibilidad⁽²³⁾. La fase de pilotaje del instrumento se llevó a cabo utilizando la plataforma QuestionPro® en una muestra de 54 docentes, seleccionados a través de un muestreo por conveniencia. Como medida de consistencia interna se calculó un Alfa de Cronbach⁽²⁴⁾.

Tabla 1: Criterios de elegibilidad pilotaje de instrumento PSS-10 adaptado transculturalmente al español chileno.

Inclusión	Exclusión
Profesores de enseñanza básica y media que desarrollen clases vía telemática. Que deseen participar voluntariamente y acepten el consentimiento informado	Profesores de enseñanza básica y media que cumplan jornada parcial o completa en cargos administrativos.

Aspectos éticos.

El estudio obtuvo aprobación de Comité de Ética Científico de la Mutual de Seguridad CChC (Resolución CI N° 203) previo al inicio del trabajo de campo. La participación de cada participante fue voluntaria, iniciando con la lectura de un consentimiento informado que detalló el propósito del estudio, la naturaleza voluntaria, confidencial y no remunerada de la participación y las actividades a realizar.

Resultados

Características de panel de expertos

En el caso del instrumento PSS-10, el proceso contó con la participación de 9 expertos (tasa de respuesta 90%), 56,6% de género masculino con una edad promedio de 46,5 ($\pm 7,63$) y 22,1 ($\pm 6,6$) años de experiencia. La totalidad realiza labores de investigación, teniendo grado de doctorado. Se contó con un experto internacional (tabla 2).

Tabla 2: Características sociodemográficas y profesionales del panel de expertos.

Características	PSS-10 (n=9)
Edad (X, DE)	46,5 (7,63)
Género (n,%)	
Femenino	4 (44,4)
Masculino	5 (56,6)
Años de experiencia profesional (X, DE)	22,11 (6,6)
Grado académico más alto (n,%)	
Licenciada en enfermería	0 (0,0)
Master	0 (0,0)
Doctorado	9 (100)
Área de desempeño laboral (n,%)	
Actividad asistencial-clínica	0 (0,0)
Investigación	9 (100)
Experto nacional o internacional (n,%)	
Nacional	8 (88,8)
Internacional	1 (11,2)

Validez de contenido

En la primera ronda el instrumento obtuvo un índice de validez de contenido por ítem entre 0,70 y 1,00, un índice de validez de contenido promedio de 0,96 y un índice de validez de contenido universal de 0,70. Los resultados obtenidos indicaron la necesidad de pasar por una segunda ronda y realizar ajustes lingüísticos. Una vez efectuados los ajustes necesarios, se reenvió la documentación al panel. La segunda ronda el instrumento obtuvo un índice de validez de contenido por ítem entre 0,80 y 1,00, un

índice de validez de contenido promedio de 0,97 y un índice de validez de contenido universal de 0,96. Posterior a la segunda ronda, se realizaron nuevos ajustes de lenguaje y se hizo envío de una carta de respuesta a los expertos con los instrumentos finales.

Consistencia interna

Luego de aplicar una prueba piloto se obtuvieron los siguientes indicadores de consistencia interna: alfa de Cronbach de 0,85. El instrumento final adaptado transculturalmente al español chileno se presenta en la tabla 3.

Tabla 3: PSS-10 adaptado transculturalmente al español chileno.

Item 1	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?
Item 2	En el último mes, ¿con qué frecuencia se ha sentido incapaz de controlar las cosas importantes en su vida?
Item 3	En el último mes, ¿con qué frecuencia se ha sentido nervioso o estresado?
Item 4	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado seguro sobre su capacidad para manejar sus problemas personales?
Item 5	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que no podía afrontar todas las cosas que tenía que hacer?
Item 6	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las molestias/irritaciones en su vida?
Item 7	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las molestias/irritaciones en su vida?
Item 8	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que ha tenido las cosas bajo control?
Item 9	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado enojado porque las cosas que sucedieron estaban fuera de su control?
Item 10	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puede superarlas?

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo una adaptación transcultural y realizar validez de contenido de la PSS-10 en docentes chilenos. En cuanto a la validez de contenido, se usó de la técnica Delphi, proceso estructurado que emplea un cuestionario en una serie de iteraciones para obtener información de los expertos participantes. Se seleccionó esta técnica en consideración de su amplio uso en el área sanitaria para recopilar datos y sintetizar información⁽¹⁷⁾. Además, se tuvo en cuenta alguna de sus principales ventajas, tales como, la gestión de la información a través de correo electrónico; lo que vuelve innecesaria una reunión presencial de los especialistas⁽²⁵⁾ y permite el anonimato de los participantes. Esto evita la influencia de un especialista en la opinión, voluntariamente o no, en otros participantes durante el proceso de consenso⁽²⁶⁾. El empleo de esta técnica en esta investigación, permitió evidenciar el consenso entre las opiniones de los expertos consultados respecto al instrumento revisado.

Con el fin de obtener análisis, juicios y valoraciones confiables respecto al instrumento a evaluar, se incluyeron como jueces a profesionales con estudios de doctorado y trayectoria prolongada en investigación. Otros estudios^(27,28) han seguido las mismas directrices con la finalidad de fortalecer la confiabilidad de los resultados. Sin embargo, no se cuentan con lineamientos claros sobre el número mínimo de jueces que se requieren para validar un instrumento por contenido, razón por la cual, se encuentran estudios que incluyen desde 2 participantes hasta 1000⁽²⁹⁾.

Un punto a considerar del estudio fue que la tasa de respuesta alcanzó un 90% en todas sus rondas. Esto podría estar relacionado, principalmente, con el grado de interés que represente el tema para los participantes⁽¹⁸⁾. Por otro lado, las investigaciones difieren en relación con la cantidad de rondas nece-

sarias para obtener consenso, variando entre 1 hasta 4⁽³⁰⁾. En el presente estudio se efectuaron 2 rondas dada la dificultad para mantener una tasa de respuesta alta cuando se supera este límite⁽²⁹⁾.

Es importante señalar que el estudio se realizó en el periodo de confinamiento, año 2022, durante la Pandemia por COVID-19, momento en el cual no se disponía el PSS-10 adaptado transculturalmente ni validado para ser utilizado en docentes chilenos. Sin embargo, existía un estudio que validó el instrumento PSS-10 y PSS-14 que emplearon población de trabajadores conformados por profesionales, técnicos de nivel superior, técnicos de nivel medio y no profesionales⁽³¹⁾. Posteriormente, en 2023, también se realizó una validación de la estructura del instrumento mediante un análisis factorial confirmatorio en docentes de una región de Chile⁽³²⁾. Sin embargo, en ambas investigaciones no se menciona si han utilizado la versión original del PSS-10⁽¹⁰⁾ o una adaptación al español⁽¹⁵⁾ para determinar las propiedades psicométricas y tampoco se refieren al proceso de adaptación transcultural efectuado. Adicionalmente, se aprecian diferencias en cuanto a la equivalencia semántica, conceptual⁽¹⁴⁾ y aspectos gramaticales entre los reactivos utilizados en los estudios mencionados y la presente investigación (tabla 4 y tabla 5). En relación a esto, es importante destacar que se encontró una mayor divergencia con el trabajo realizado en docentes chilenos⁽³²⁾.

Tabla 4: Diferencias de reactivos del PSS-10 entre estudios chilenos realizados por Calderón et al (2017) y estudio actual.

Estudio actual	Calderón et al (2017)
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las cosas ocurren a su manera o a su modo ?	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las cosas le van bien?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las molestias/irritaciones en su vida ?	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las dificultades de su vida?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que ha tenido las cosas bajo control?	En el último mes, ¿con qué frecuencia se ha sentido que tenía todo bajo control?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado enojado porque las cosas que sucedieron estaban fuera de su control?	En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado enfadado porque las cosas que le han ocurrido estaban fuera de su control?

Tabla 5: Diferencias de reactivos del PSS-10 entre estudios chilenos realizados por Jorquera & Guerra (2023) y estudio actual.

Estudio actual	Jorquera & Guerra (2023)
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?	En el último mes, ¿con qué frecuencia te has sentido agobiado/a por algo que ha sucedido inesperadamente?
En el último mes, ¿con qué frecuencia se ha sentido nervioso o estresado ?	En el último mes, ¿con qué frecuencia te has sentido ansioso/a?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado seguro sobre su capacidad para manejar sus problemas personales?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has confiado en tu capacidad para manejar tus problemas personales?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las cosas ocurren a su manera o a su modo ?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que las cosas van por buen camino?
En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que no podía afrontar todas las cosas que tenía que hacer?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que no puedes sobrellevar todas las cosas que debes hacer?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las molestias/irritaciones en su vida ?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sido capaz de controlar las irritaciones cotidianas?

Estudio actual	Jorquera & Guerra (2023)
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que ha tenido las cosas bajo control?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que estás en tu mejor momento?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado enojado porque las cosas que sucedieron estaban fuera de su control?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido enfado ante sucesos que escapan a tu control?
En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puede superarlas?	En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que las dificultades se acumulan de tal manera que no consigues superarlas?

Por otro lado, la consistencia interna de la presente adaptación transcultural se evaluó usando el alfa de Cronbach el cual arrojó un valor de 0.85. Este valor coincide con adaptaciones transculturales realizadas en idiomas español de diversos países iberoamericanos^(15,33); sin embargo, difiere con otras también en español la cual han arrojado resultados inferiores (alfa=0.65)⁽³⁴⁾.

Una limitación corresponde a la modificación de la etapa de traducción-retrotraducción. En cuanto a esto, se consideró la versión española de la PSS-10 como documento base, a partir de la cual se aplicó el método Delphi. Por tanto, se contrastó la traducción española del PSS-10 con su homóloga original, por miembros del equipo y un traductor profesional. Esta decisión se basó en que la versión española no dista mayormente en su gramática en comparación al español chileno, sin embargo, fue necesario realizar un análisis del instrumento por profesionales expertos en estrés laboral para efectuar ajustes lingüísticos y la adaptación transcultural.

La validación de contenido de la PSS-10, utilizando el método Delphi, permitió consensuar las diferentes opiniones expresadas por los expertos involucrados en el campo del estrés laboral, la cual fue evidenciada por buenos valores de los índices de validez de contenido por ítem (entre 0,8 y 1,00), promedio (0,97) y universal (0,96). A su vez, la escala demostró ser fiable dado por su valor de alfa de Cronbach (0,85), por tanto, podría ser aplicado para evaluar la autopercepción de estrés laboral en docentes chilenos. Ahora bien, se sugiere utilizar esta versión de la PSS-10 en una muestra representativa de profesores chilenos para obtener sus propiedades psicométricas.

Bibliografía

1. Bozkurt A, Karakaya K, Turk M, Karakaya Ö, Castellanos-Reyes D. The impact of COVID-19 on education: A meta-narrative review. TechTrends [Internet]. 2022;66(5):883–96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-022-00759-0>
2. Klapproth F, Federkeil L, Heinschke F, Jungmann T. Teachers experiences of stress and their coping strategies during COVID - 19 induced distance teaching. J Pedagog Res [Internet]. 2020;4(4):444–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33902/jpr.2020062805>
3. Sucapuca E, Yapu L, Mamani O, Turpo J. Efecto de la carga de trabajo y estrés sobre la percepción del teletrabajo en docentes peruanos: rol mediador de la satisfacción laboral. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2022; 31(1): 70-78
4. Cortés Rojas JL. El estrés docente en tiempos de pandemia. Dilemas contemp: educ política valores [Internet]. 2021; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2560>
5. Charria Ortiz VH, Romero-Caraballo MP, Sarsosa-Prowesk K. Bienestar laboral y condiciones de trabajo en docentes de primaria y secundaria. CES Psicol [Internet]. 2022;15(3):63–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21615/cesp.5984>
6. Robinet A, Pérez MA. Estrés en los docentes en tiempos de pandemia Covid-19. Polo del Conocimiento: Revista científico – profesional [Internet]. 2020: 5(12): 637-653

- 7.** Wang Z, Pang H, Zhou J, Ma Y, Wang Z. “What if...it never ends?”: Examining challenges in primary teachers’ experience during the wholly online teaching. *J Educ Res* [Internet]. 2021;114(1):89–103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2021.1884823>
- 8.** Rengifo Cruz DC, Valencia Álzate N. Factores intralaborales y extralaborales que inciden en el estrés laboral en docentes en la modalidad de teletrabajo. 2023 [citado el 16 de diciembre de 2023]; Disponible en: <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/2413>
- 9.** Aguilar Gordón F del R. Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estud pedagóg* [Internet]. 2020;46(3):213–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052020000300213>
- 10.** Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *J Health Soc Behav* [Internet]. 1983;24(4):385. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/2136404>
- 11.** Lira MT, Caballero E. ADAPTACIÓN TRANSCULTURAL DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN SALUD: HISTORIA Y REFLEXIONES DEL POR QUÉ, CÓMO Y CUÁNDO. *Rev médica Clín Las Condes* [Internet]. 2020;31(1):85–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmclc.2019.08.003>
- 12.** Eskildsen A, Dalgaard VL, Nielsen KJ, Andersen JH, Zachariae R, Olsen LR, Jørgensen A, Christiansen DH. Cross-cultural adaptation and validation of the Danish consensus version of the 10-item Perceived Stress Scale. *Scand J Work Environ Health*. 2015 Sep 1;41(5):486-90. doi: 10.5271/sjweh.3510. Epub 2015 Jun 25. PMID: 26111225.
- 13.** Ali AM, Hendawy AO, Ahmad O, Al Sabbah H, Smail L, Kunugi H. The Arabic Version of the Cohen Perceived Stress Scale: Factorial Validity and Measurement Invariance. *Brain Sci*. 2021 Mar 26;11(4):419. doi: 10.3390/brainsci11040419. PMID: 33810322; PMCID: PMC8066085.
- 14.** Mimura C, Griffiths P. A Japanese version of the perceived stress scale: translation and preliminary test. *Int J Nurs Stud*. 2004 May;41(4):379-85. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2003.10.009. PMID: 15050849.
- 15.** Remor E. Psychometric properties of a European Spanish version of the Perceived Stress Scale (PSS). *Span J Psychol* [Internet]. 2006;9(1):86–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/s1138741600006004>
- 16.** Tsang S, Royse CF, Terkawi AS. Guidelines for developing, translating, and validating a questionnaire in perioperative and pain medicine. *Saudi J Anaesth*. 2017 May;11(Suppl 1):S80-S89. doi: 10.4103/sja.SJA_203_17. PMID: 28616007; PMCID: PMC5463570.
- 17.** Palmieri PA. La técnica Delphi: Un método de consenso para la investigación en servicios de salud en Latino América. *Ágora Rev Cient* [Internet]. 2017 [citado el 6 de noviembre de 2023];4(2):30–8. Disponible en: <https://www.revistaagora.com/index.php/cieUMA/article/view/68>
- 18.** Massaroli A, Martini JG, Lino MM, Spenassato D, Massaroli R. MÉTODO DELPHI COMO REFERENCIAL METODOLÓGICO PARA A PESQUISA EM ENFERMAGEM. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2018 [citado el 10 de noviembre de 2023];26(4). Disponible en: <https://www.scielo.br/j/tce/a/7Q7Xg6BBXBtXgmvxyYt-jNTG/?lang=pt>
- 19.** Grant JS, Davis LL. Selection and use of content experts for instrument development. *Res Nurs Health* [Internet]. 1997;20(3):269–74. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1098-240x\(199706\)20:3<269::aid-nur9>3.0.co;2-g](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1098-240x(199706)20:3<269::aid-nur9>3.0.co;2-g)
- 20.** Polit DF, Beck CT, Owen SV. Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Res Nurs Health*. 2007 Aug;30(4):459-67. doi: 10.1002/nur.20199. PMID: 17654487.
- 21.** Polit DF, Beck CT. The content validity index: are you sure you know what’s being reported? Critique and recommendations. *Res Nurs Health*. 2006 Oct;29(5):489-97. doi: 10.1002/nur.20147. PMID: 16977646.
- 22.** Almanasreh E, Moles R, Chen TF. Evaluation of methods used for estimating content validity. *Res Social Adm Pharm*. 2019 Feb;15(2):214-221. doi: 10.1016/j.sapharm.2018.03.066. Epub 2018 Mar 27. PMID: 29606610.

- 23.** Parker C, Scott S, Geddes A. Snowball Sampling. En: SAGE Research Methods Foundations. 1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1SP United Kingdom: SAGE Publications Ltd; 2020.
- 24.** Reidl-Martínez Lucy María. Confiabilidad en la medición. *Investigación educ. médica* [revista en la Internet]. 2013 Jun [citado 2023 Dic 27]; 2(6): 107-111. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000200007&lng=es.
- 25.** Varela-Ruiz M, Díaz-Bravo L, , García-Durán R. Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en Educación Médica* [Internet]. 2012;1(2):90-95. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349736303007>
- 26.** Keeney S, Hasson F, McKenna HP. A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. *Int J Nurs Stud*. 2001 Apr;38(2):195-200. doi: 10.1016/s0020-7489(00)00044-4. PMID: 11223060.
- 27.** Escobar-Pérez J, Cuervo-Martínez A. Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Av en Medición*. 2008; 6:27-36. https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion
- 28.** Dominguez Cancino K, Gonzales Carhuajulca DB. ADAPTACIÓN TRANSCULTURAL DE INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO DE ACOSO PSICOLÓGICO Y FACTORES RELACIONADOS EN ENFERMERAS/OS. *Cienc enferm* [Internet]. 12 de diciembre de 2023 [citado 28 de diciembre de 2023];29. Disponible en: <https://revistas.udec.cl/index.php/cienciayenfermeria/article/view/11461>
- 29.** Keeney S, McKenna H, Hasson F. *The Delphi technique in nursing and health research: Keeney/the Delphi technique in nursing and health research*. Chichester, Inglaterra: Wiley-Blackwell; 2010.
- 30.** Binkley J, Finch E, Hall J, Black T, Gowland C. Diagnostic classification of patients with low back pain: report on a survey of physical therapy experts. *Phys Ther*. 1993 Mar;73(3):138-50; discussion 150-5. doi: 10.1093/ptj/73.3.138. Erratum in: *Phys Ther* 1993 May;73(5):330. PMID: 8438002.
- 31.** Calderón Carvajal C, Gómez N, López F, Otárola N, Briceño M. Estructura factorial de la escala de estrés percibido (PSS) en una muestra de trabajadores chilenos. *Salud soc.* [Internet]. 26 de enero de 2018 [citado 28 de diciembre de 2023];8(3):218-26. Disponible en: <https://revistas.ucn.cl/index.php/saludysociedad/article/view/2649>
- 32.** Jorquera-Gutiérrez R, , Guerra-Díaz F. Análisis psicométrico de la Escala de Estrés Percibido (PSS-14 y PSS-10) en un grupo de docentes de Copiapó, Chile. *Liberabit. Revista Peruana de Psicología* [Internet]. 2023;29(1):1-12. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68675542001>
- 33.** Campo-Arias A, Bustos-Leiton GJ, Romero-Chaparro A. Consistencia interna y dimensionalidad de la Escala de Estrés Percibido (EEP-10 y EEP-14) en una muestra de universitarias de Bogotá, Colombia. *Aquichan* [Internet]. 25 de enero de 2010 [citado 28 de diciembre de 2023];9(3). Disponible en: <https://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/1525>
- 34.** Campo-Arias A, Oviedo H. C, , Herazo E. Escala de Estrés Percibido-10: desempeño psicométrico en estudiantes de medicina de Bucaramanga, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina* [Internet]. 2014;62(3):407-413. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576363530010>



doi: 10.4321/s0465-546x2023000300004

Revisiones

Efectos adversos de la radiación cósmica en personal aeronáutico: Revisión Sistemática

Side effects of cosmic radiation on aeronautic personnel: Systematic Review

María Teresa Ortiz-Ortiz¹ 0000-0003-2703-3526

Ana Cecilia Romero-Aguirre² 0000-0002-5401-7436

Valeria Olivier-Morillo³ 0000-0002-4543-7359

Fátima Rosalyn Gonzales-Alvarado¹ 0000-0009-8208-4562

¹Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Madrid. España.

²Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Islas Baleares. España.

³Unidad Docente de Medicina del Trabajo de Castilla y León. España.

Correspondencia

Ortiz-Ortiz, María Teresa
mtbo.ortiz@gmail.com

Recibido: 07.07.2023

Aceptado: 15.09.2023

Publicado: 30.09.2023

Contribuciones de autoría

Las autoras y los autores de este trabajo han contribuido por igual.

Financiación

Esta revisión no tuvo financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

A María del Mar Polo de Santos. Este trabajo se ha desarrollado dentro del programa científico de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III en convenio con la Unidad Docente de la Comunidad de Madrid, Castilla y León y de Islas Baleares.

Cómo citar este trabajo

Ortiz-Ortiz MT, Romero-Aguirre AC, Olivier-Morillo V, Gonzales-Alvarado FR. Efectos adversos de la radiación cósmica en personal aeronáutico: Revisión Sistemática. Med Segur Trab (Internet). 2023;69(272):160-186. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300004

Resumen

Introducción: El personal de vuelo y astronautas están sometidos a exposición ocupacional a radiación cósmica que podría producir la aparición de efectos patológicos. Hasta el momento, la evidencia disponible se orienta al estudio de patologías específicas sin recoger todos los posibles efectos adversos.

Método: Revisión sistemática (RS) de la literatura publicada hasta enero 2023. Las bases de datos consultadas fueron PubMed, EMBASE, LILACS y Cochrane. Los descriptores utilizados fueron “Adverse effects”, “Cosmic Radiation”, y “Aeronautic”. Se incluyeron estudios con información sobre eventos adversos de la radiación cósmica en trabajadores expuestos. Se evaluó la calidad de la evidencia.

Resultados: Se incluyeron 27 estudios (11 RS y 16 observacionales). Algunos estudios encontraron que los trabajadores aeronáuticos tenían mayor riesgo neoplásico (cáncer de mama, cerebro, leucemia y melanoma) y de cataratas nucleares. Sin embargo, otros estudios no describieron el desarrollo de enfermedades neoplásicas ni otras patologías estudiadas (genéticas, ginecológicas o cardiovasculares) por radiaciones ionizantes. La calidad de las RS (AMSTAR-2) fue críticamente baja en la mayoría, y los estudios observacionales (STROBE) obtuvieron una media de alrededor del 72%.

Conclusiones: La evidencia disponible no permite encontrar causalidad directa entre exposición a radiación cósmica y aparición de patologías en personal expuesto. Se consideran necesarios nuevos estudios bien diseñados.

Palabras clave: radiación cósmica; rayos cósmicos; efectos adversos; personal aeronáutico.

Abstract

Introduction: Aircrew and astronauts are subject to cosmic radiation as part of their jobs and could be associated with various pathological effects. Until now, available evidence is oriented to the study of specific pathologies without consideration of all possible adverse effects.

Method: A systematic review (SR) from literature found until 2023 January. The databases included were PubMed, EMBASE, LILACS and Cochrane. The following descriptors used “Adverse effects” “Cosmic Radiation” and “Aeronautic”. Included studies had information on adverse effects of cosmic radiation in exposed workers. We assessed the quality of the evidence.

Results: 27 studies were included (11 SR and 16 observational). Some articles determined that aeronautic personnel have a higher cancer risk (breast, brain, leukemia and melanoma) and nuclear cataracts. However, other studies did not describe neoplastic diseases or other studied pathologies (genetics, gynecological, cardiovascular) due to ionizing radiation. The quality of the SR (AMSTAR-2) was critically low in the vast majority and the average quality for observational studies (STROBE) around 72%.

Conclusions: Available evidence does not allow us to find direct causality between exposure to cosmic radiation and the appearance of pathologies in exposed personnel. New well-designed studies considered necessary.

Keywords: cosmic radiation; cosmic ray; side effects; aeronautic personnel.

Introducción

Actualmente, en pleno siglo XXI, el mundo se encuentra interconectado de diversas formas. No sólo se conecta sobre la base de redes sociales, tratados políticos, o contratos empresariales, sino también a través de avances científicos, y, sobre todo, mediante la búsqueda de un estado óptimo de la salud ⁽¹⁾. A más de 50 años de la culminación de la misión Apolo donde se envió por primera vez al hombre a la luna, la NASA se encuentra en vísperas del lanzamiento de la misión Artemisa II. Una misión que tiene como objetivo enviar el cohete más poderoso hasta el momento, Orión, al satélite lunar por un periodo de 42 días, entre 2024 y 2025. Asimismo, contempla enviar a las primeras astronautas mujeres a la luna y evaluar los efectos de la radiación cósmica en seres vivos ⁽²⁾. Para ello, el pasado noviembre se llevó a cabo el lanzamiento de Artemisa I que pavimentará el camino para la nueva llegada de seres humanos a la luna ⁽³⁾. En relación con la aviación civil, un informe del Air Transport Action Group (ATAG) informó que, en el 2019, un total de 4,5 billones de pasajeros viajaron en vuelos comerciales, sin contar personal civil aéreo ni militar, mientras que en 2020 hubo un descenso de hasta 2.2 billones de pasajeros a consecuencia de la pandemia SARS CoV2. El informe destaca cómo la industria aeronáutica sola representa cerca de 3,6 millones de empleos, detallando que la Unión Europea (UE) e Inglaterra cuentan con aproximadamente 320.000 puestos de trabajo en aeronavegación civil (pilotos, equipo de cabina aérea), y la Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) con 886.000 ⁽⁴⁾. Con estas cifras, existe una realidad en la que billones de vidas están expuestas a radiación cósmica sin que existan claras herramientas de cómo prevenir los posibles daños.

Los peligros de la radiación cósmica yacen en las tormentas secundarias de baja energía generadas tras la colisión de partículas extraterrestres de alta energía (partículas HZE), sobre todo protones, con la atmósfera externa terrestre. Esta lluvia secundaria se encuentra principalmente cargada de partículas inestables que van formando cascadas hasta llegar a nivel marino. Son estas mismas partículas las responsables de la radiación ionizante posterior y de los daños causados a la salud humana a diferentes niveles, desde neoplasias hasta a nivel reproductivo ⁽⁵⁾. Por otro lado, los efectos a estudiar no están determinados únicamente por la radiación sino también por su asociación sinérgica a los efectos de la microgravedad generada durante los vuelos ⁽⁵⁾.

La población general también se encuentra expuesta a radiación cósmica., aunque este nivel de radiación no suele ocasionar mayores repercusiones en la salud ⁽⁶⁾. Sin embargo, existen algunos escenarios y profesiones en los que se puede presentar mayor susceptibilidad de exposición, como es el caso de la aeronavegación. Este aumento en la exposición se debe a las propias características de la aeronáutica tales como: duración de vuelo, altitud, latitud, misiones espaciales, actividad solar y años de experiencia ⁽⁶⁾. Los vuelos sobre los polos terrestres tienen una exposición de radiación mucho mayor en comparación con aquellos que siguen la zona ecuatorial explicado por la naturaleza del campo magnético del planeta ⁽⁷⁾. Se calcula una exposición anual de entre 0,2 a 9,1 mSv en tripulaciones aéreas civiles ⁽⁸⁾. Sin embargo, *Badwhar et al.* describieron una exposición promedio diaria de entre 100 mSv a 4mSv en astronautas, dependiendo de la misión asignada ⁽⁹⁾. Considerando los límites previamente descritos para los riesgos de la radiación, cabe enfatizar la vigilancia de parámetros de radiación aceptables. Para ello, de acuerdo a la publicación 103 del ICRP “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, se considera admisible una exposición ocupacional de hasta 20 mSv/año en un máximo de 5 años y de 1mSv/año para la población general ⁽¹⁰⁾. Exponiendo de esta forma, considerables riesgos potencialmente prevenibles para la salud de este sector poblacional desde nivel hematológico, oftalmológico, cardiovascular, oncológico, dermatológico hasta reproductivo y mental ^(11 - 13).

Actualmente, existe una legislación que vela por el correcto uso, manejo, seguimiento y protección de la población expuesta a energías ionizantes. Desde la firma del Tratado de Madrid el 12 de junio de 1985, España forma parte de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) ⁽¹⁴⁾. Con Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, se aprobó el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. Paralelamente, en el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, anexo 1, a través del Reglamento de los Servicios de Prevención en trabajos con exposición a las radiaciones ionizantes en zonas controladas, se exigen medidas de protección

sanitaria específica. Existe gran interés y necesidad de conocer los efectos adversos que la radiación cósmica produce en el personal aeronáutico, con la finalidad de desarrollar métodos de prevención y diagnóstico temprano.

Por todo esto, se plantea el presente trabajo con el objetivo de revisar la evidencia científica existente sobre cualquier tipo de efecto adverso que la radiación cósmica pueda producir en la salud del personal aeronáutico. Además, se pretende identificar cuáles son estos efectos e intentar establecer mayor comprensión para futuras estrategias preventivas, disminución de riesgo y de investigación futura. Para facilitar la lectura, el presente estudio enfoca los efectos adversos encontrados por especialidad clínica desde la perspectiva oncológica hasta mortalidad.

Métodos

Búsqueda Bibliográfica

RS de la literatura científica. La identificación de estudios se llevó a cabo mediante una búsqueda en las siguientes bases de datos: MEDLINE (PUBMED), EMBASE, LILACS y COCHRANE utilizando la metodología PIO (Población, Intervención y Outcomes/Resultados) para dar respuesta a la pregunta de investigación. Se diseñaron diversas estrategias de búsqueda (Anexo 1) para la identificación de estudios usando terminología estandarizada consultando el DeCS (Thesaurus de los Descriptores en Ciencias de la Salud), MESH y libre. Se adaptó cada término al tesoro específico de cada buscador con la finalidad de obtener mayor nivel de especificidad en las búsquedas. Igualmente, se consultaron páginas Web de prevención sanitaria aeronáutica nacionales e internacionales. Se llevó a cabo también una revisión manual de las referencias bibliográficas de los documentos encontrados, para localizar estudios no localizados en la búsqueda electrónica.

La estrategia de búsqueda se realizó hasta el 15 de enero de 2023. Se utilizó el gestor bibliográfico ZOTERO para el manejo y organización de los estudios y la eliminación de duplicados.

Criterios de Inclusión

Se incluyeron artículos originales que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: 1) Tipo de estudio: ensayos clínicos, RS/metaanálisis, estudios de cohortes, estudios transversales, casos y controles; 2) Población: pilotos civiles o militares, astronautas, tripulación de cabina, pilotos de helicópteros; 3) Intervención: exposición ocupacional a radiación cósmica; 4) Periodo de selección: sin límite temporal y hasta el 15 de enero de 2023; 5) Idiomas: español, inglés, portugués e italiano.

Criterios de Exclusión

Se excluyeron resúmenes de congresos, editoriales, cartas al director, reporte de casos, revisiones narrativas y opiniones de expertos; artículos duplicados y/o desfasados por publicaciones posteriores y estudios no disponibles a texto completo.

Selección de estudios

La identificación, selección y revisión de los estudios se realizaron por todos los miembros del equipo investigador de forma independiente en dos fases. La primera fase consistió en la lectura del título y del resumen o abstract. La segunda fase se basó en la revisión de pares de los artículos que, en principio, cumplían criterios de inclusión, mediante la lectura del texto completo. Se discutieron dudas, alcanzando acuerdos por consenso dentro del equipo.

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

La calidad de las RS/metaanálisis se evaluó utilizando el instrumento AMSTAR 2 (Assessment of Multiple Systematic Reviews) que consiste en 16 ítems en forma de interrogantes simples (sí/no/sí parcial) de acuerdo con las características halladas en los estudios. De los 16 ítems son 7 los puntos críticos que son la base cardinal de la evaluación a través del uso de esta herramienta⁽¹⁷⁾ (Anexo 2). Para los

estudios observacionales se utilizó la declaración STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology) que consiste en 22 ítems en forma de checklist que deben formar parte de un estudio adecuadamente diseñado. Se asigna de forma individual un puntaje de 0 a 1 por ítem, siendo el 1 la nota máxima. A mejor puntuación mayor calidad del estudio y de la evidencia.⁽¹⁸⁾ (Anexo 3). Por último, el nivel de evidencia de los estudios incluidos y el grado de recomendación se evaluaron mediante los criterios SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network) la cual es una guía que facilita el reconocimiento crítico de los estudios mediante la frecuencia de exposición, tipo de estudio y población estudiada (Anexo 4). Desde el más alto (1++) correspondiente a metaanálisis correctamente diseñados o ensayos clínicos hasta (4) opinión de expertos.⁽¹⁹⁾

Extracción de datos

Los datos de los estudios seleccionados fueron extraídos por todos los integrantes del equipo investigador de forma independiente y, posteriormente, discutidos mediante revisión conjunta hasta consenso. La recogida de datos incluía información bibliográfica, tipo de estudio, características de la población estudiada, periodo de estudio y resultados/conclusiones que se organizaron en tablas en Excel.

Resultados

Resultados de la búsqueda

Se seleccionaron 27 estudios de las 1743 referencias recuperadas inicialmente. De estas 1743 referencias, se eliminaron 200 duplicados obteniendo 1543 artículos. Tras la lectura de título y resumen, se llegaron a eliminar 1463 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión previamente descritos. Tras la selección de estudios, tomando en consideración los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron 80 artículos que pasaron a la lectura crítica de texto completo. De estos 80 artículos, 18 fueron eliminados por encontrarse dentro de otras RS, 22 no cumplían criterio PIO y 13 correspondían a diseños de estudios excluidos para esta revisión. Finalmente restaron 27 artículos que sí fueron incluidos en la revisión final. (Figura 1) Los 27 artículos incluidos en la RS según su diseño se agrupan en: 11 RS con metaanálisis, 12 cohortes y 4 casos y controles anidados.

Calidad de los estudios incluidos

La calidad de las 11 RS, fue “críticamente baja” en 5 estudios y “baja” en 3 estudios (Tabla 1, anexo 5). En los 16 estudios observacionales la puntuación de la guía STROBE osciló entre 13,7 y 18 puntos (62% y 81%) (Tabla 2, anexo 5). De acuerdo con el nivel de la evidencia según parámetros SIGN, la mayoría osciló entre 2-a 2++ que equivale a un nivel de evidencia moderado basándose en riesgo de sesgo, pruebas diagnósticas adecuadamente realizadas y tipo de estudio. Igualmente, el grado de recomendación de la mayoría de los estudios fue “C” (Tablas 3-9, anexo 5).

Resultados de los estudios incluidos

Para la descripción de los resultados se agruparon los estudios según el área médica afectada por los efectos adversos encontrados (Anexo 5). Los estudios incluidos abarcan un periodo temporal desde 1943⁽²⁰⁾ hasta 2018⁽¹³⁾.

1) Efectos neoplásicos:

Un total de 13 estudios (11 RS/MA y 2 de cohortes) observaron el desarrollo de neoplasias en personal aéreo tras exposición ocupacional (Tabla 3, anexo 5).

La RS de *Alberto-Martín et al. 2022*⁽¹³⁾, realizada con el objetivo de determinar si existe riesgo de desarrollar cáncer de piel y de mama en pilotos, auxiliares de vuelo y astronautas expuestos

a radiación cósmica, incluyó 10 estudios. De ellos, 6 recogieron información sobre cáncer de piel, encontrando 2 de ellos riesgo aumentado en incidencia y mortalidad. Un total de 3 estudios recogió información respecto a cáncer de mama, de los que solo 1 encontró riesgo significativamente mayor en

la tripulación área femenina. En relación al cáncer de cerebro y leucemia no se obtuvieron resultados concluyentes. Los autores no aportaron datos numéricos.

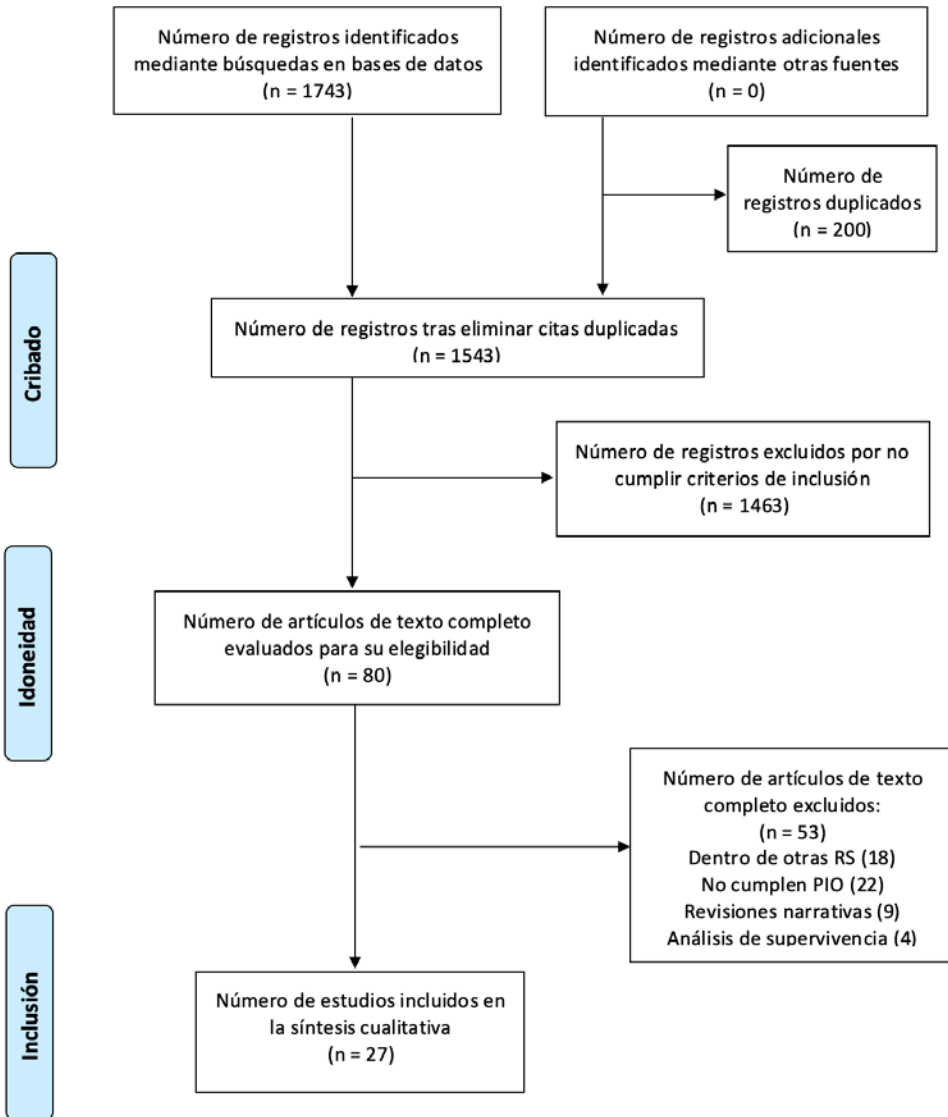


Figura 1. Diagrama de flujo proceso de selección de los estudios.

La RS de Ballard *et al.* 2000⁽²⁰⁾, realizada con el objetivo de conocer el riesgo relativo (RR) de melanoma, cáncer cerebral, de próstata y de mama en pilotos de vuelos civiles de la fuerza aérea de USA y asistentes de vuelo, incluyó 10 estudios. Se encontraron RR combinados ajustados por estatus socioeconómicos elevados (> 1,2). El índice de mortalidad (IC95%) de los pilotos masculinos para melanoma fue de 1,97 (1,02-3,82), y para cáncer cerebral de 1,49 (0,89-2,20). La incidencia de cáncer de próstata fue de 1,65 (1,19-2,29) y de cerebro de 1,74 (0,87-3,30). Entre las asistentes de vuelo femeninas, se observó

aumento en la incidencia de todos los tipos de cáncer 1,29 (0,98-1,70), de melanoma 1,54 (0,83-2,87) y de cáncer de mama 1,35 (1,00-1,83).

La RS de *Blettner et al. 1998* ⁽²¹⁾, evaluó la incidencia y mortalidad por cáncer en 234.034 pilotos y personal de cabina militar y civil. La revisión incluyó 7 estudios y encontró una razón de mortalidad estandarizada (RME) para todos los cánceres de 1,1; para cáncer cerebral de 1,6-1,7; para leucemia de 1,6; y para cáncer de mama de 1,2. Los autores no encontraron evidencia que avale un aumento de la mortalidad por cáncer. Sólo los tumores cerebrales parecieron contar con riesgo elevado en la mayor parte de estudios.

La RS de *Buja et al. 2005* ⁽²²⁾ estudió la razón de incidencia estandarizada (RIE) para melanoma y otros tipos de cáncer de piel en auxiliares de cabina, pilotos civiles y militares masculinos. La

revisión incluyó 9 estudios. La razón de incidencia estandarizada (RIE) (IC95%) para melanoma en asistentes de vuelo de cabina masculinos fue de 3,42 (1,94-6,06), en pilotos civiles fue de 2,18 (1,69-2,80) y en pilotos militares fue de 1,43 (1,09-1,87). La RIE para otros cánceres en asistentes de vuelo masculinos fue de 7,46 (3,52-15,89), en pilotos civiles fue de 1,88 (1,23-2,88) y en pilotos militares fue de 1,80 (1,25-2,58). La RIE para cáncer de próstata en pilotos civiles fue de 1,47 (1,06-2,05), para Sarcoma de Kaposi en los asistentes de vuelo masculinos fue de 21,5 (2,25-205,8), y para linfoma de Hodgkin fue de 2,49 (1,03-6,03). Según los autores, la causa individual de muerte más frecuente en esta categoría fue el SIDA y este hecho probablemente explique el exceso de estos dos últimos tumores. Además, observaron que existió un incremento en el melanoma y otros cánceres de piel en la población de estudio.

Otra RS de *Buja et al. 2006* ⁽²³⁾, realizada para valorar la razón de incidencia de melanoma y cáncer de mama en azafatas, incluyó 7 estudios. Se encontró una RIE (IC95%) para melanoma de 2,15 (1,56-2,88), para cáncer de mama de 1,40 (1,19-1,65), y para todo tipo de cáncer de 1,11 (0,98-1,25). Los autores recomendaron realizar estimaciones de dosis de radiaciones, organizar los horarios de la tripulación para reducir exposición en personal altamente expuesto, informarles del riesgo para la salud y brindar protección especial a mujeres embarazadas.

La RS de *Fink et al. 2005* ⁽¹⁴⁾, sobre incidencia de melanoma y leucemia en población de pilotos y tripulación de cabina, incluyó 10 estudios. La RIE (IC95%) para melanoma fue de 2,27 (1,96-2,64), y para leucemia fue de 1,64 (1,13-2,38). Los autores observaron que existió asociación entre melanoma y radiación ionizante en personal aéreo, pero no en relación con la aparición de leucemia.

La RS de *Sanlorenzo et al. 2015* ⁽²⁵⁾, realizada con una población de pilotos y personal de cabina, incluyó 19 estudios. La RIE (IC95%) para melanoma en cualquier trabajo aéreo fue de 2,21 (1,76-2,77) $p < 0,001$, y para pilotos fue de 2,22 (1,67-2,93) $p < 0,001$. La RME de cualquier trabajo aéreo fue 1,42 (0,89-2,26) $p=0,002$, y para pilotos fue 1,83 (1,27-2,63) $p=0,33$. Los autores observaron que pilotos y personal de cabina tuvieron el doble de incidencia de melanoma comparado con la población general.

La RS de *Liu et al. 2016* ⁽²⁶⁾, realizada con el objetivo de conocer el riesgo de cáncer de mama en azafatas, incluyó 10 estudios. La RIE IC95% fue de 1,40 (1,30-1,50), sin heterogeneidad significativa ($p=0,744$). Según los autores, las azafatas tenían mayor riesgo de desarrollar cáncer de mama que la población general China.

Otra RS posterior de *Liu et al. 2018* ⁽²⁷⁾ evaluó la razón de incidencia de cáncer de tiroides en personal de cabina. La revisión incluyó 8 estudios y encontró que la RIE (IC95%) para participantes de cualquier trabajo fue de 1,11 (0,79-1,57) $p=0,613$; para tripulación de cabina fue de 1,21 (0,75-1,95) $p=0,383$; y para personal de cabina fue de 1 (0,60-1,66) $p=0,656$. La RME total fue de 1,19 (0,59-2,39) $p=0,773$. No se encontró riesgo significativo de incidencia o mortalidad por cáncer de tiroides en la tripulación aérea versus población general.

La RS de *Raslau et al. 2016* ⁽²⁸⁾, realizada con el objetivo de evaluar el riesgo de cáncer de próstata en pilotos militares y civiles, incluyó 9 artículos. El RR (IC95%) fue 1,20; (1,08-1,33), pero la mortalidad no aumentó (RR=1,20 (0,91-1,60)). Se observó que los pilotos tuvieron un ligero riesgo de incidencia de cáncer de próstata, pero no de mortalidad.

La RS de *Weinmann et al. 2022* ⁽²⁹⁾, realizada para estudiar el riesgo de cáncer de mama en azafatas, incluyó 9 estudios. Se encontró una RIE (IC95%) de 1,43 (1,32-1,54). Los autores no pudieron concluir si la exposición a radiaciones cósmicas o la interrupción del ritmo circadiano podían explicar el riesgo elevado de cáncer de mama entre las azafatas.

Langner et al. 2003 ⁽³⁰⁾, en una cohorte de 19.347 pilotos y tripulación de cabina, estudiaron la mortalidad para todo tipo de cáncer excluyendo el de pulmón. Se produjo un total de 1.234 muertes (RME= 0,7 (0,67-0,74)), incluidas 338 muertes por cáncer (RME= 0,72 (0,64-0,82)). Las

RME para todas las causas y todos los cánceres fueron significativamente por debajo de 1,00. En relación con el cáncer de estómago, se obtuvo un RR=1,48 (0,42-5,23) para 5000-9999 horas bloque, y RR=1,71 (0,53-5,47) para más de 10 000 horas de bloque. No se encontró aumento de riesgo de mortalidad por cáncer debido a radiación ionizante.

Rafnsson et al. 2000 ⁽³¹⁾, en una cohorte retrospectiva de 458 pilotos de avión, evaluaron la incidencia de distintos tipos de cáncer: melanoma, cáncer de esófago, de colon, de vejiga, de pulmón, de próstata, riñón, ocular, cerebro, tiroides y leucemia. Se observaron 23 casos de aparición de tumores. La RIE (IC95%) global para los cánceres fue 0,97 (0,62-1,46) en toda la cohorte, y 1,16 (0,70-1,81) para los pilotos que operan rutas internacionales. La RIE para melanoma maligno fue de 10,20 (3,29-23,81) en toda la cohorte y de 15,63 (5,04-36,46) en la

cohorte restringida. El valor de la RIE (95%) obtenido para cada tipo de cáncer fue: cáncer de esófago (1 caso) RIE=2,78 (0,4-15,45); cáncer de colon (1 caso) RIE=0,64 (0,01-3,54); cáncer de vejiga (1 caso) RIE= 8,33 (0,11-46,36); cáncer de pulmón (2 casos) RIE=0,64 (0,07-2,31); cáncer

de próstata (5 casos) RIE=1,28 (0,41-2,98); cáncer de riñón (2 casos) RIE= 1,42 (1,16-5,12); carcinoma ocular (1 caso) RIE=10 (0,13-55,64); cáncer cerebral (2 casos) RIE=1,75 (0,20-6,33); cáncer de tiroides (1 caso) RIE=1,49 (0,02 - 8,30); leucemia (1 caso) RIE= 3,85 (0,02-9,43). Se encontró alta prevalencia de melanoma maligno en pilotos. Quedó abierto a discusión si la exposición a radiación cósmica, el número de horas voladas, factores en el estilo de vida como los excesivos baños de sol tenían un papel en la etiología del cáncer.

2) Efecto cardiovascular:

Un único estudio de los 27 incluidos en la presente revisión, observó los efectos cardiovasculares en personal aéreo tras exposición a radiación cósmica (Tabla 4, anexo 5).

El estudio de cohortes retrospectivo de *Elgart et al. 2017* ⁽³²⁾ evaluó la existencia de factor de riesgo cardiovascular, en 73 astronautas estadounidenses. Se encontró una RME=33 (IC95%: 14-65). La RME para todos los cánceres fue de 43 (1-83). No se encontró asociación entre radiación espacial y mortalidad

3) Efectos genéticos:

Un total de 4 estudios observacionales valoró el desarrollo de efectos genéticos en personal aéreo tras exposición ocupacional (Tabla 5, anexo 5).

Cavallo et al. 2002 ⁽³³⁾ realizaron un estudio con 40 casos de pilotos que volaban rutas extensas y 40 controles sanos con el objetivo de detectar posibles daños genéticos. No se encontró ningún cambio significativo, obteniendo rupturas de ADN de cadena doble y simple ($p=0,49$).

Durante et al. 2003 ⁽³⁴⁾ siguieron una cohorte de 33 cosmonautas con el objetivo de conocer posibles translocaciones cromosómicas, encontrando un aumento significativo de aberraciones cromosómicas después de misiones de larga duración en linfocitos de cosmonautas en su primer vuelo.

Grajewski et al. 2011 ⁽³⁵⁾ realizaron un estudio de casos y controles con pilotos de aerolíneas comerciales. Incluyeron 83 casos y 51 controles. Durante un año estudiaron la dosis acumulativa de radiación media en los pilotos, resultando en 15 Gy (rango 4,5-38) [RR=1,01 para 1 Gy, (IC 95%: 0,97-1, 04)]. La dosis en pilotos sólo en vuelos comerciales sugiere asociación con radiación (RR=1,04 a 1 mGy, IC 95%: 0,97-1,13).

Yong et al. 2009 ⁽³⁶⁾ realizaron un estudio con 83 casos de pilotos y 50 controles sanos, con objeto de estudiar la frecuencia de traslocaciones ajustado. Llegando a encontrar mayor asociación con los años de vuelo ($p=0,01$) con un rango de 1,06 (IC 95%: 1,01-1,11) y el aumento por año de vuelo de 1 a 10 años de 1,81 (IC 95%: 1,16-2,82).

4) Efectos ginecológicos:

Un total de 2 estudios de cohortes observaron el desarrollo de efectos en la reproducción del personal aéreo tras exposición ocupacional (Tabla 6, anexo 5).

Grajewski et al. 2015 ⁽³⁷⁾ siguieron una cohorte de 637 asistentes de vuelo y profesoras con el propósito de estudiar la aparición de aborto espontáneo (semana 9-13), encontrando una odds ratio (OR) (IC95%) de 1,7 (0,95-3,2).

Johnson et al. 2016 ⁽³⁸⁾ siguieron una cohorte de 2181 asistentes de vuelo y profesoras con el objetivo de estudiar el desarrollo de endometriosis. Las asistentes de vuelo y las profesoras tenían la misma probabilidad de informar endometriosis (OR (IC95%): 1,0 (0,5-2,2). Segmentos de vuelo (vuelos sin escalas entre dos ciudades) por año se asoció con la endometriosis (OR: 2,2 (1,1-4,2) para el cuartil más alto frente al más bajo, $p=0,02$). Horas en bloque (taxi más tiempo de vuelo) por año no se asociaron con endometriosis. (OR: 1,2 (0,6-2,2) para el cuartil más alto versus el más bajo, $p=0,38$).

5) Efectos hematológicos:

Un único estudio observó los efectos hematológicos en personal aéreo tras exposición a radiación cósmica (Tabla 7, anexo 5).

El estudio de cohortes prospectivo de *Gundestrup et al. 1999* ⁽³⁹⁾ evaluó el desarrollo de leucemia mieloide y otros tipos de cánceres en una cohorte de 3.877 tripulantes de cabina. Un total de 169 trabajadores desarrollaron, RIE (IC95%): 1,1 (0,94-1,28). La RIE (IC95%) para el personal masculino de cabina con leucemia mieloide fue de 5,1 (1,03-14,91) sobre todo si tenían más de 5000 horas de vuelo. De igual forma, hubo un exceso de melanoma maligno RIE (IC95%): 3,0 (2,12-4,23).

6) Efectos oftalmológicos:

Un total de 2 estudios observacionales analizaron los efectos oftalmológicos en personal aéreo tras exposición ocupacional (Tabla 8, anexo 5).

Chylack et al. 2009 ⁽¹²⁾, siguieron una cohorte de 418 astronautas, pilotos militares y tripulación de base terrestre con el objetivo de evaluar la posibilidad de desarrollar cataratas. La OR (IC95%) para opacidad de cápsula posterior fue 2,23 (1,16-4,26) $p=0,016$. OR por año 1,041 (1,008 - 1,075) $p=0,015$. Se observó que los astronautas fueron el grupo con mayor riesgo de desarrollar cataratas posiblemente por mayor exposición y contacto con radiación.

Rafnsson et al. 2005 ⁽⁴⁰⁾ realizaron un estudio de casos y controles con una cohorte de 445 hombres pilotos de aerolíneas comerciales, con el propósito de estudiar la aparición de cataratas. Se observaron cataratas nucleares en pilotos comparados con no pilotos, OR (IC95%): 3,02 (1,44-6,35). La aparición de cataratas nucleares estaba asociada a estimación de dosis acumulativa de radiación, OR (IC95%): 1.06 (1,02-1,10).

7) Mortalidad:

Un total de 4 estudios observacionales valoró la incidencia de mortalidad en personal aéreo tras exposición ocupacional con resultados variados que no podían ser englobados por efectos específicos. (Tabla 9, anexo 5)

Ballard T. et al. 2002 ⁽⁴⁰⁾ con una cohorte de 3.022 asistentes de vuelo italianos masculinos y 3428 femeninos, describe que la mortalidad por todos los cánceres fue inferior a la esperada para todas las categorías (RME de 0,58 para tripulantes de cabina masculinos, 0,67 para asistentes de vuelo masculinos y 0,90 para asistentes de vuelo femeninos). En tripulantes de cabina masculinos RME para todos los cánceres 0,66 (IC del 95%: 0,58-0,76). En asistentes de vuelo masculino la mortalidad para todos los

cánceres tuvo la RME 0,67 (IC 95% 0,45-0,97) y desarrolló aumento en cáncer de cerebro, melanoma, linfoma de Hodgkin. En las asistentes de vuelo femeninas describen cáncer de mama con RME 0,99 (IC% 0,36-2,15). En los asistentes de vuelo evidencian que la leucemia tuvo RME 1,73; (IC del 95 %: 0,75-3,41) con una $p=0,046$ significativa.

Blettner et al. 2003⁽⁴¹⁾ en una cohorte de 280.000 tripulantes de cabina masculino donde estudia la mortalidad global del personal con 2.244 muertes, la RME 0,64 (IC 95% 0,61 - 0,74). En la mortalidad global por cáncer la RME 0,68; (IC 95% 0,63 - 0,74). Melanoma maligno RME 0,53; (IC 95% 0,44–0,62), cáncer de pulmón RMS 0,53; (IC 95% 0,44–0,62). Observaron que el personal de cabina tuvo baja mortalidad global. Describieron reducida mortalidad cardiovascular y aumentó la mortalidad por accidentes de aviación.

Hammer et al. 2013⁽⁴²⁾, también describieron la mortalidad en una cohorte de 93.771 tripulantes de cabina de 10 países, en donde la mortalidad global masculina fue 1360 (RMS 0,56) y personal femenino 1445 muertes (RME 0,73) La mortalidad relacionada a RME para: 1) Cáncer por radiaciones en hombres (0,73), mujeres RME (1). 2) Cáncer de mama en mujeres (1,06). 3) Melanoma maligno (1,57). 4) Causas cardiovasculares (CV) (0,46). 5) Accidentes (33,9). 6) SIDA en personal de cabina (14,0). Encontraron una reducción global de mortalidad en personal de cabina masculino y femenino, y un aumento de la mortalidad por accidentes y aumento de mortalidad por melanoma maligno cutáneo, pero con reducción de mortalidad global.

Peterson et al, 1993⁽⁴³⁾ en una cohorte de 195 astronautas estudiaron la mortalidad en general y obtuvieron 20 muertes en 32 años de seguimiento. RME: 1) Mortalidad por todas las muertes 181 (IC 95% 110 - 279) 2) Mortalidad por enfermedad coronaria 47 (IC 95% 5 - 168), 2 muertes. 3) Muerte por accidentes fatales: 1346 (IC 95% 796 - 2186), 16 muertes. Indicaron que los astronautas estaban en desventaja de salud porque estaban más expuestos a alto riesgo de accidentes catastrófico.

Discusión

El mayor nivel de radiación cósmica se encuentra, proporcionalmente, a mayores altitudes. Por lo tanto, cuanto más alto vuelen los pilotos y tripulación área, mayor será su exposición a este factor, así lo describe *Melo et al. 2013*⁽¹¹⁾, por esto el objetivo de esta revisión sistemática fue revisar la evidencia científica en la aparición de cualquier tipo de efecto adverso en personal aeronáutico por exposición a radiación cósmica.

En esta revisión los resultados fueron agrupados en seis grupos que incluyen efectos neoplásicos, cardiovasculares, hematológicos, oftalmológicos, genéticos y mortalidad.

No es posible analizar ensayos clínicos ya que no se permite exponer a radiaciones grupos humanos y genera un problema ético. Al no estar incluidos los iensayos clínicos, al momento de analizar los estudios incluidos con AMSTAR 2, la calidad era críticamente baja en su mayoría, porque se incluyen muchos estudios observacionales que son de menor evidencia.

De los distintos artículos analizados muchos autores estudiaron la aparición de neoplasias en personal aeronáutico como *Blettner et al. 1998*⁽²¹⁾, *Buja et al. 2006*⁽²²⁾, *Sanlorenzo et al. 2015*⁽²⁴⁾, *Raslau et al. 2016*⁽²⁷⁾, *Weinmann et al. 2022*⁽²⁸⁾ y *Langner et al. 2003*⁽²⁹⁾, pero los resultados publicados en estos artículos que abarcaban desde el estudio de melanoma, cáncer de mama, vejiga, tiroides, riñón hasta cerebro, no lograron explicar asociación directa con las radiaciones cósmicas

Se observó asociación en el desarrollo de melanoma, respaldado por *Ballard et al, 2000*⁽²⁰⁾, *Buja et al 2005*⁽²²⁾, *Fink et al. 2005*⁽¹⁴⁾ y *Raffnsson et al. 2000*⁽³⁰⁾, aunque sugieren la posibilidad que además de la exposición a radiaciones, también podrían estar influenciados por causas externas como estilos de vida y exposición solar fuera de la jornada laboral.

La relación de cáncer de mama tras la exposición ocupacional a radiación cósmica en azafatas fue un resultado avalado por *Liu et al. 2016*⁽²⁶⁾. *Co et al. 2020*⁽⁴⁴⁾ distaban de esta conexión, en una RS de 12 artículos encontraron que no existen pruebas suficientes para sugerir asociación entre la radiación cósmica, la interrupción circadiana y el cáncer de mama en asistentes de vuelo. Basándose en la tasa

de prevalencia de cáncer de mama que fue de 1,08 (IC 95% 0,37-1,59), la de la población general americana y europea fue de 1,09 (IC 95% 0,37-1,60). En relación a la mortalidad, la RME de la población general fue 1,8 (IC 95% 0,63-4,25) y en las asistentes de vuelo la RME de 1,3 (IC 95% 0,47-3,15). Observaron que la prevalencia del cáncer de mama y la mortalidad entre los asistentes de vuelo era comparable con la de la población general

El cáncer de próstata con asociación a radiaciones fue estudiado por *Raslau et al. 2016*⁽²⁷⁾.

Los artículos que describen relación evidente entre radiaciones cósmicas y el desarrollo de neoplasias son escasos por causas éticas, no se pueden realizar estudios en humanos, sin embargo *Yang et al, 1995*⁽⁴⁵⁾ en estudios realizados en modelos animales y células epiteliales humanas, describe que la radiación ionizante genera una transformación oncogénica tras exposición a altos niveles de radiación, siendo determinante la exposición repetida y prolongada para detectar los cambios que se generan.

En relación con el riesgo cardiovascular *Elgart et al, 2017*⁽³¹⁾ no evidencia asociación de riesgo y mortalidad, aunque el resultado está sesgado por tener una muestra pequeña. Contrastando con el estudio de *Delp et al, 2006*⁽⁴⁶⁾ que estudiaba la tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular variando altitud y exposición a radiación en astronautas. Realizaron pruebas en ratones simulando los niveles de radiación en el espacio y la ingravidez, encontrando una disfunción sostenida de las células endoteliales vasculares. Concluyeron que la disfunción conduciría a una enfermedad arterial oclusiva, convirtiéndose en factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares.

En los pilotos de vuelos internacionales, el aumento de rupturas de cadena de ADN, traslocaciones cromosómicas, cromosomas dicéntricos y cromosomas en anillo sugieren un alto grado de exposición a las radiaciones ionizantes, así lo describen *Cavallo et al 2002*⁽³²⁾, *Grajewski et al. 2011*⁽³⁴⁾, *Yong et al. 2009*⁽³⁵⁾ y *Durante et al. 2003*⁽³³⁾. Sin embargo, no se observó asociación entre la frecuencia en traslocaciones y dosis absorbida en ningún tipo de vuelo. A diferencia del estudio de *O Greco et al 2003*⁽⁵⁰⁾ que describen traslocaciones en los cromosomas 1 y 2 mediante la técnica hibridación fluorescente in situ (FISH) pero no encontraron relación entre el daño cromosómico y el historial de vuelo⁽⁵⁰⁾.

Entre los efectos ginecológicos, *Grajewski et al. 2015*⁽³⁶⁾ describen que la relación entre el aborto y radiaciones cósmicas tuvo una fuerza de asociación moderada y pudo estar afectada por otros factores: estilo de vida, esfuerzo físico. No existe asociación entre mayor número de zonas horarias cruzadas y abortos. *Johnson et al. 2016*⁽³⁷⁾ concluyeron que las asistentes de vuelo no eran más propensas que las profesoras a reportar endometriosis. Las probabilidades de endometriosis aumentaron con el número de segmentos de vuelo volados por año, sugirieron que algún aspecto de la programación del trabajo producía mayor riesgo de endometriosis, o que los síntomas de la endometriosis afectaban la forma en que las azafatas programaban sus jornadas de vuelo.

En relación con los efectos hematológicos, *Gundestrup et al. 1999*⁽³⁸⁾ comenta que existe mayor riesgo de leucemia mieloide en pilotos de aviones que vuelan más de 5000 horas y melanoma maligno y que la tripulación podría recibir hasta 9 mSv de dosis anual, 5 veces por encima del valor natural de radiaciones que sigue siendo un rango bajo. *Chang et al. 2015*⁽⁴⁷⁾ en su artículo que tuvo como objetivo investigar los efectos a largo plazo de la irradiación de protones a baja dosis, describe las repercusiones de la exposición a radiación sobre las células madre hematopoyéticas en ratones y en los resultados encontraron reducciones en la médula ósea de ratones expuestos comparados con los no radiados.

Los autores *Chylack et al. 2009*⁽¹²⁾ y *Rafnsson et al. 2005*⁽³⁹⁾ describen mayor riesgo de cataratas en pilotos, con énfasis en astronautas, ya que son el grupo con mayor riesgo a desarrollar cataratas por mayor exposición y contacto con radiación y que en ellos aparece la principal complicación de esta enfermedad, la opacificación de cápsula posterior por contacto constante a radiaciones cósmicas. Estos datos fueron ajustados por edad, relación al hábito fumador y a la exposición solar que son factores que aumentan la velocidad de progresión del daño ocular. En el estudio de *Mao et al, 2018*⁽⁴⁸⁾, evaluaron los efectos sobre la retina con el objetivo de caracterizar el daño oxidativo y la apoptosis en las células endoteliales de la retina revelando que la exposición a dosis bajas de radiación sin inducía este daño

Los autores *Ballard et al. 2002*⁽⁴⁰⁾ y *Blettner et al. 2003*⁽⁴¹⁾ describen que la mortalidad global y por todos los cánceres fue inferior a la esperada en todas las categorías. Aunque los resultados no eran conclu-

yentes debido a la joven cohorte y al pequeño número de muertes por causas individuales. No se observó asociación consistente entre la mortalidad por cáncer y la duración del empleo. El único aumento en la mortalidad fue por accidentes de aviación en pilotos durante fase inicial de su carrera. *Hammer et al. 2013*⁽⁴²⁾ comenta el aumento de mortalidad por SIDA en personal de cabina al ser una enfermedad endémica en la época. *Pukkala et al. 2002* (49) también describe en un artículo con el objetivo de investigar la incidencia de cáncer entre pilotos de aerolíneas en países nórdicos en referencia a las radiaciones cósmicas, que dentro del personal en del estudio el RR de cáncer de próstata estaba aumentado en aquellos con largas jornadas laborales. Comentan que las causas de mortalidad por cáncer de próstata estaban poco comprendidas, la disrupción del ritmo circadiano aumentaba el riesgo de cáncer ya que suprimía la secreción de melatonina que tiene un efecto protector. De acuerdo con la hipótesis que plantean, la melatonina podría aumentar el riesgo de cánceres hormono-dependientes mientras otros autores creen que tiene un efecto similar a los antioxidantes.

La presente revisión posee limitaciones, entre las que se incluyen las propias de los estudios incluidos, la incapacidad de evaluar efectos relacionados con el estilo de vida (hábito alcohólico, hábito de fumar ya que hasta mediados de los años 1990 cuando se realizaban los estudios, se permitía fumar pasiva o activamente durante los vuelos) que pueden actuar como factores modificadores o de confusión en el desarrollo de múltiples patologías como las neoplasias cutáneas, cataratas posteriores.

Los trabajadores de los estudios siguen expuestos a riesgos laborales, dentro de los que se encuentra la alteración del ritmo circadiano y los efectos de la microgravedad que no permiten determinar si estos actúan como co-factor de riesgo independiente a las radiaciones cósmicas. La exposición solar individual en tiempo de ocio es otra limitación dentro de los estudios incluidos porque no fue registrada en la infancia y durante la ocupación en la vida adulta.

Otra limitación que observamos fue el bajo poder estadístico de los estudios incluidos con bajo riesgo esperado particularmente para radiaciones que inducen cáncer, además que la muestra de casos observados era muy pequeña o muy jóvenes. También encontramos sesgos de publicación, ya que los artículos con hallazgos positivos al ser un tema poco descrito tienden a publicarse más, son más citados y, por lo tanto, son más fáciles de encontrar.

Conclusiones

Los resultados obtenidos tras la revisión de la evidencia disponible, sugieren la presencia de eventos adversos producidos por radiaciones cósmicas en personal aeronáutico a distintos niveles: neoplasias, efectos cardiovasculares, genéticos, ginecológicos, hematológicos, oftalmológicos y muertes en general. No obstante, estos resultados no permiten encontrar causalidad directa entre exposición a radiación cósmica y aparición de patologías en personal aeronáutico.

En base a los resultados obtenidos y para prevenir la aparición de efectos patológicos en el personal aeronáutico, consideramos que sería recomendable utilizar medidas para analizar datos de frecuencia, altitud y duración de los vuelos, factores no relacionados al trabajo, con la finalidad de obtener información precisa de posible relación entre exposición y radiación cósmica. Incluyendo, por ejemplo, dosímetros individuales para estudiar de manera más precisa la dosis acumulada. También recomendamos mejorar las jornadas de trabajo controladas reduciendo el tiempo de exposición, aunque este protocolo requeriría mayor participación de la industria aeronáutica.

Esta revisión explica la necesidad de realizar nuevos estudios con diseño adecuado enfocados en los posibles efectos adversos de este tipo de radiación, teniendo en cuenta factores relevantes como la dosis de radiación. De esta forma, se podría establecer con mayor precisión si existe o no relación causal entre radiación cósmica y efectos en la salud del personal de vuelo. Hasta alcanzar estudios concluyentes se recomienda vigilancia de la dosis de exposición, con jornadas de trabajo que no excedan los límites establecidos hasta el momento en la legislación, así como recomendaciones inherentes a estilos de vida que reduzcan el riesgo de desarrollo de efectos adversos, como ejercicio físico regular, no uso de cigarrillos, exposición solar con protección corporal y ocular, acompañado de alimentación adecuada con chequeos médicos regulares

En términos generales, la magnitud y el efecto de la exposición ocupacional del personal de aeronavegación a la radiación cósmica continúa siendo un tema nuevo que requerirá futuras investigaciones para alcanzar un adecuado nivel de conocimiento y entonces poder generar futuras estrategias específicas de prevención.

Bibliografía

1. Nuestras actividades [Internet]. Who.int. [cited 2023 Feb 16]. Disponible en: <https://www.who.int/es/about/what-we-do>.
2. Witze A. NASA's Artemis Moon mission is set to launch: here's the science on board. *Nature*. 2022 Aug 24. [Internet]. DOI: 10.1038/d41586-022-02293-8. Epub ahead of print. PMID: 36002740.
3. Wattles J, Strickland A. Artemis I mission shares spectacular view of Earth after a historic launch. *CNN* [Internet]. 2022 Nov 16 [cited 2023 Feb 16]; Disponible en: <https://www.cnn.com/2022/11/16/world/artemis-1-launch-nasa-scn/index.html>
4. Air Transport Action Group (ATAG). Aviation: Benefits Beyond Borders [Internet]. 2020 Sep. Disponible en: https://aviationbenefits.org/media/167517/aw-oct-final-atag_abbb-2020-publication-digital.pdf
5. Hughson RL, Helm A, Durante M. Heart in space: effect of the extraterrestrial environment on the cardiovascular system. *Nat Rev Cardiol*. 2018 Mar;15(3):167-180. DOI: 10.1038/nrcardio.2017.157. Epub 2017 Oct 20. PMID: 29053152.
6. Lim MK Cosmic rays: are aircrew at risk? *Occupational and Environmental Medicine* 2002; 59:428-432.
7. Schalch, D.; Scharmann, A. In-flight measurements at high latitudes: fast neutron doses to aircrew. *Radiat. Prot. Dosim. (UK)* 48:85-91; 1993.
8. Friedberg W, Faulkner DN, Snyder L, et al. Galactic cosmic radiation exposure and associated health risks for air carrier crewmembers. *Aviat Space Environ Med* 1989; 60:104-8.
9. Badhwar, G. D. Radiation measurements in low Earth orbit: U.S. and Russian results. *Health Phys*. 79:507-514; 2000.
10. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* 37 (2-4).
11. Melo MFS de, Silvany Neto AM. Revisão narrativa sobre riscos ocupacionais físicos e saúde de pilotos de aviação comercial. *Rev Baiana Saúde Pública* [Internet]. 2013;36(2):465. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22278/2318-2660.2012.v36.n2.a470>
12. Chylack LT Jr, Peterson LE, Feiveson AH, Wear ML, Manuel FK, Tung WH, et al. NASA study of cataract in astronauts (NASCA). Report 1: Cross-sectional study of the relationship of exposure to space radiation and risk of lens opacity. *Radiat Res* [Internet]. 2009;172(1):10-20. DOI: 10.1667/RR1580.1
13. Alberto Martín L del M, Cortes Pérez M, Álvarez Galván JK, Ayllón Jiménez DL. Neoplasias en trabajadores expuestos a radiación cósmica: Una Revisión Sistemática. *Med Segur Trab (Madr)* [Internet]. 2022;68(266):56-75. DOI: 10.4321/s0465-546x2022000100005
14. Fink CA, Bates MN. Melanoma and ionizing radiation: is there a causal relationship? *Radiat Res* [Internet]. 2005;164(5):701-10. DOI: 10.1667/RR3447.1
15. Pinkerton LE, Waters MA, Hein MJ, Zivkovich Z, Schubauer-Berigan MK, Grajewski B. Cause-specific mortality among a cohort of U.S. flight attendants. *Am J Ind Med* [Internet]. 2012; 55(1):25-36. DOI: 10.1002/ajim.21011.
16. BOE núm. 305, de 21 de diciembre de 2022, páginas 178672 a 178732 (61 págs.)

- 17.** Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.
- 18.** Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit*. 2008;22(2):144-50
- 19.** Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). A guideline developer's handbook. Edinburgh: SIGN; 2019. (SIGN publication no. 50). [November 2019] [Internet]. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk>
- 20.** Ballard T, Lagorio S, De Angelis G, Verocchia A. Cancer incidence and mortality among flight personnel: a meta-analysis. *Aviat Space Environ Med* 2000 71:216-24. ISSN: 0095-6562.
- 21.** Blettner M, Grosche B, Zeeb H. Occupational cancer risk in pilots and flight attendants: current epidemiological knowledge. *Radiat Environ Biophys*. [Internet]1998 Jul;37(2):75-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s004110050097>
- 22.** Buja A, Lange JH, Perissinotto E, Rausa G, Grigoletto F, Canova C, Mastrangelo G. Cancer incidence among male military and civil pilots and flight attendants: an analysis on published data. *Toxicol Ind Health*. [Internet] 2005 Nov;21(10):273-82. DOI: 10.1191/0748233705th238oa.
- 23.** Buja A, Mastrangelo G, Perissinotto E, Grigoletto F, Frigo AC, Rausa G, Marin V, Canova C, Dominici F. Cancer incidence among female flight attendants: a meta-analysis of published data. *J Womens Health (Larchmt)*. [Internet] 2006 Jan-Feb;15(1):98-105. DOI: 10.1089/jwh.2006.15.98.
- 24.** Sanlorenzo M, Wehner MR, Linos E, Kornak J, Kainz W, Posch C, Vujic I, Johnston K, Gho D, Monico G, McGrath JT, Osella-Abate S, Quaglino P, Cleaver JE, Ortiz-Urda S. The risk of melanoma in airline pilots and cabin crew: a meta-analysis. *JAMA Dermatol*. [Internet] 2015 Jan;151(1):51-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jamadermatol.2014.1077>.
- 25.** Liu T, Zhang C, Liu C. The incidence of breast cancer among female flight attendants: an updated meta-analysis. *J Travel Med*. [Internet] Disponible en: [http://dx.doi.org/2016 Sep 5; 23\(6\):taw055](http://dx.doi.org/2016 Sep 5; 23(6):taw055).
- 26.** Liu GS, Cook A, Richardson M, Vail D, Holsinger FC, Oakley-Girvan I. Thyroid cancer risk in airline cockpit and cabin crew: a meta-analysis. *Cancers Head Neck*. [Internet] 2018 Aug 17; 3:7. DOI: 10.1186/s41199-018-0034-8.
- 27.** Raslau D, Abu Dabrh AM, Summerfield DT, Wang Z, Steinkraus LW, Murad MH. Prostate Cancer in Pilots. *Aerosp Med Hum Perform*. [Internet] 2016 Jun;87(6):565-570. DOI: 10.3357/AMHP.4453.2016.
- 28.** Weinmann S, Tanaka LF, Schauburger G, Osmani V, Klug SJ. Breast Cancer among Female Flight Attendants and the Role of the Occupational Exposures: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Occup Environ Med*. [Internet] 2022 Oct 1; 64(10):822-830. DOI: 10.1097/JOM.0000000000002606. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/JOM.0000000000002606>.
- 29.** Langner I, Blettner M, Gundestrup M, Storm H, Aspholm R, Auvinen A, Pukkala E, Hammer GP, Zeeb H, Hrafnkelsson J, Rafnsson V, Tulinius H, De Angelis G, Verdecchia A, Haldorsen T, Tveten U, Eliasch H, Hammar N, Linnarsjö A. Cosmic radiation and cancer mortality among airline pilots: results from a European cohort study (ESCAPE). *Radiat Environ Biophys*. [Internet] 2004 Feb; 42(4):247-56. DOI: 10.1007/s00411-003-0214-7.
- 30.** Rafnsson V, Hrafnkelsson J, Tulinius H. Incidence of cancer among commercial airline pilots. *Occup Environ Med*. [Internet] 2000 Mar;57(3):175-9. DOI: 10.1136/oem.57.12.843.
- 31.** Elgart SR, Little MP, Chappell LJ, Milder CM, Shavers MR, Huff JL, Patel ZS. Radiation Exposure and Mortality from Cardiovascular Disease and Cancer in Early NASA Astronauts. *Sci Rep*. [Internet] 2018 May 31;8(1):8480. DOI: 10.1038/s41598-018-25467-9.
- 32.** Cavallo D, Tomao P, Marinaccio A, Perniconi B, Setini A, Palmi S, Iavicoli S. Evaluation of DNA damage in flight personnel by Comet assay. *Mutation Research* [Internet] 2002; 516:1-2 (148-152). DOI: 10.1016/S1383-5718(02)00036-0.

- 33.** Durante M, Snigiryova G, Akaeva E, Bogomazova A, Druzhinin S, Fedorenko B, Greco O, Novitskaya N, Rubanovich A, Shevchenko V, von Recklinghausen U, Obe G. Chromosome aberration dosimetry in cosmonauts after single or multiple space flights. *Cytogenet Genome Res* [Internet] 2003; 103:40–46. DOI: 10.1159/000076288.
- 34.** Grajewski B, Waters M, Yong L, Tseng C, Zivkovich Z, Cassinelli R. Airline Pilot Cosmic Radiation and Circadian Disruption Exposure Assessment from Logbooks and Company Records. *Ann. Occup. Hyg.* [Internet] 2011, Vol. 55, No. 5: 465–475. DOI: 10.1093/annhyg/mer024.
- 35.** Yong LC, Sigurdson AJ, Ward EM, Waters MA, Whelan EA, Petersen MR, Bhatti P, Ramsey MJ, Ron E, Tucker JD. Increased frequency of chromosome translocations in airline pilots with long-term flying experience. *Occup Environ Med* [Internet] 2009; 66:56–62. DOI : 10.1136/oem.2008.038901.
- 36.** Grajewski B, Whelan E, Lawson C, Hein M, Waters M, Anderson J, MacDonald L, Mertens C, Tseng C, Cassinelli R, and Luo L. Miscarriage Among Flight Attendants. *Epidemiology* [Internet] 2015; 26(2): 192–203. Disponible en: https://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2015/03000/Miscarriage_Among_Flight_Attendants.11.aspx
- 37.** Johnson C, Grajewski B, Lawson C, Whelan E, Bertke, Tseng C. Occupational risk factors for endometriosis in a cohort of flight attendants. *Scand J Work Environ Health* [Internet] 2016; 42(1): 52–60. Disponible en: https://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=3538.
- 38.** Gundestrup M, Storm HH. Radiation-induced acute myeloid leukaemia and other cancers in commercial jet cockpit crew: a population-based cohort study. *Lancet* [Internet] 1999; 354: 2029–31. DOI: 10.1016/S0140-6736(99)05093-X.
- 39.** Rafnsson V, Olafsdottir E, Hrafnkelsson J, Sasaki H, Arnarsson A, Jonasson F. Cosmic radiation increases the risk of nuclear cataract in airline pilots: a population-based case-control study. *Arch Ophthalmol.* [Internet] 2005 Aug;123(8):1102-5. DOI: 10.1001/archophth.123.8.1102.
- 40.** Ballard TJ, Lagorio S, De Santis M, De Angelis G, Santaquilani M, Caldora M, Verdecchia A. A retrospective cohort mortality study of Italian commercial airline cockpit crew and cabin attendants, 1965–96. *Int J Occup Environ Health.* [Internet] 2002 Apr-Jun;8(2):87-96. DOI: 10.1179/107735202800338957.
- 41.** Blettner M, Zeeb H, Auvinen A, Ballard TJ, Caldora M, Eliasch H, Gundestrup M., Haldorsen T, Hammar N, Hammer GP, Irvine D, Langner I, Paridou A, Pukkala E, Rafnsson V, Storm H, Tulinius H, Tveten U. and Tzonou A. Mortality from cancer and other causes among male airline cockpit crew in Europe. *Int. J. Cancer* [Internet] 2003; 106: 946-952. DOI: 10.1002/ijc.11328
- 42.** Hammer GP, Auvinen A, De Stavola BL, Grajewski B, Gundestrup M, Haldorsen T, Hammar N, Lagorio S, Linnarsjö A, Pinkerton L, Pukkala E, Rafnsson V, dos-Santos-Silva I, Storm HH, Strand TE, Tzonou A, Zeeb H, Blettner M. Mortality from cancer and other causes in commercial airline crews: a joint analysis of cohorts from 10 countries. *Occup Environ Med.* [Internet] 2014 May;71(5):313-22. DOI: 10.1136/oemed-2013-102026.
- 43.** Peterson, L. E., Pepper, L. J., Hamm, P. B., & Gilbert, S. L. Longitudinal Study of Astronaut Health: Mortality in the Years 1959–1991. *Radiation Research* [Internet] 1993; 133 (vol.2): 257–264.
- 44.** Co M, Kwong A. Breast cancer rate and mortality in female flight attendants: A systematic review and pooled analysis. *Clin Breast Cancer* [Internet]. 2020;20(5):371–6. DOI: 10.1016/j.clbc.2020.05.003
- 45.** Yang TC, Georgy KA, Mei M, Durante M, Craise LM. Radiogenic cell transformation and carcinogenesis. *ASGSB Bull.* 1995;8(2):106–12.
- 46.** Delp MD, Charvat JM, Limoli CL, Globus RK, Ghosh P. Apollo lunar astronauts show higher cardiovascular disease mortality: Possible deep space radiation effects on the vascular endothelium. *Sci Rep* [Internet]. 2016;6(1). DOI: 10.1038/srep29901
- 47.** Chang J, Feng W, Wang Y, Luo Y, Allen AR, Koturbash I, et al. Whole-body proton irradiation causes long-term damage to hematopoietic stem cells in mice. *Radiat Res* [Internet]. 2015;183(2):240–8. DOI: 10.1667/RR13887.1

- 48.** Mao XW, Boerma M, Rodriguez D, Campbell-Beachler M, Jones T, Stanbouly S, et al. Acute effect of low-dose space radiation on mouse retina and retinal endothelial cells. *Radiat Res* [Internet]. 2018;190(1):45-52. Available from: DOI: 10.1667/RR14977.1
- 49.** Pukkala E, Aspholm R, Auvinen A, Eliasch H, Gundestrup M, Haldorsen T. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study. [Internet] *Int J Cancer*. 2012; 131(12):2886-97. Disponible en: <https://www.bmj.com/content/325/7364/567>
- 50.** Greco O, Durante M, Gialanella G, Grossi G, Pugliese M, Scamporè P, Snigiryova G. Biological dosimetry in russian and italian astronauts. [Internet] *Adv Space Res* 2003. Vol.31, No.6, pp. 1495-1503. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117703000875?via=ihub>

Anexos

ANEXO 1: Estrategias de Búsqueda

Base de datos	Recuperados
Pubmed Fecha de búsqueda: diciembre de 2022	
("cosmic rays"[Title/Abstract:~2] OR "cosmic ray"[Title/Abstract:~2] OR "cosmic particles"[Title/Abstract:~2] OR "cosmic particle"[Title/Abstract:~2] OR "cosmic waves"[Title/Abstract:~2] OR "solar flares"[Title/Abstract:~2] OR "cosmic radiation"[MeSH Terms] OR "cosmic radiation"[Title/Abstract:~2] OR "ionic radiation"[Title/Abstract:~2] OR "galactic radiation"[Title/Abstract:~2] OR "galactic radiations"[Title/Abstract:~2] OR "space radiation"[Title/Abstract:~2] OR "space radiations"[tiab:~2]) AND ("astronaut"[Title/Abstract] OR "cosmonaut"[Title/Abstract] OR "aviation"[MeSH Terms] OR "aviation"[Title/Abstract] OR "aeronautic"[Title/Abstract] OR "aircraft"[Title/Abstract] OR "aircraft"[MeSH Terms] OR "flight"[Title/Abstract] OR "pilot"[Title/Abstract] OR "pilots"[MeSH Terms] OR "crew"[Title/Abstract] OR "flight attendant"[Title/Abstract:~2] OR "stewardess"[Title/Abstract] OR "airplane pilot"[Title/Abstract:~2] OR "airplane pilots"[tiab:~2] OR "aircraft pilot"[Title/Abstract:~2] OR "aircraft pilots"[tiab:~2] OR "airline pilot"[Title/Abstract:~2] OR "airline pilots"[tiab:~2] OR "aviator"[Title/Abstract] OR "civil aviation pilot"[Title/Abstract:~2] OR "civil aviation pilots"[Title/Abstract:~2] OR "civil pilot"[Title/Abstract:~2] OR "civil pilots"[Title/Abstract:~2] OR "fighter pilot"[Title/Abstract:~2] OR "fighter pilots"[Title/Abstract:~2] OR "airplane crew"[Title/Abstract:~2] OR "crew member"[Title/Abstract:~2] OR "crew members"[Title/Abstract:~2] OR "crewmember"[Title/Abstract]) AND ("adverse effects"[Title/Abstract:~2] OR "adverse events"[Title/Abstract:~2] OR "complication"[Title/Abstract] OR "side effects"[Title/Abstract:~2] OR "health impact"[Title/Abstract:~2] OR "adverse effects"[MeSH Subheading] OR "unwanted effects"[Title/Abstract:~2] OR "undesiderable effects"[Title/Abstract:~2] OR "adverse outcome"[Title/Abstract:~2] OR "adverse outcomes"[Title/Abstract:~2] OR "adverse reaction"[Title/Abstract:~2] OR "adverse reactions"[Title/Abstract:~2] OR "Risk"[MeSH Terms])	756
EMBASE Fecha de búsqueda: diciembre de 2022	
Query('adverse effects'/exp OR 'adverse effects':ab,ti OR 'adverse effect':ab,ti OR 'adverse event':ab,ti OR 'adverse events':ab,ti OR 'adverse events'/exp OR 'adverse outcome'/exp OR 'adverse outcome':ti,ab OR 'adverse outcomes':ti,ab OR 'adverse reaction':ti,ab OR 'adverse reactions':ti,ab OR 'complication':ti,ab OR 'complications':ti,ab OR 'complications'/exp OR 'side effect'/exp OR 'side effect':ti,ab OR 'side effects':ti,ab OR 'health impact':ti,ab OR 'health impacts':ti,ab OR 'unwanted effect':ti,ab OR 'unwanted effects':ti,ab OR 'risk':ti,ab OR 'risk'/exp) AND ('cosmonaut'/exp OR 'cosmonaut':ti,ab OR 'cosmonauts':ti,ab OR 'cosmonauts' OR 'astronaut':ti,ab OR 'astronauts':ti,ab OR 'astronauts'/exp OR 'aviation'/exp OR 'aviations':ti,ab OR 'aviation':ti,ab OR 'aeronautic':ti,ab OR 'aeronautics':ti,ab OR 'aeronautics' OR 'aeronautic' OR 'aircraft':ti,ab OR 'aircrafts':ti,ab OR 'aircraft'/exp OR 'flight'/exp OR 'flight':ti,ab OR 'flights':ti,ab OR 'pilots':ti,ab OR 'pilot':ti,ab OR 'pilot'/exp OR 'pilots'/exp OR 'crew':ti,ab OR 'flight attendant'/exp OR 'flight attendant':ti,ab OR 'stewardess':ti,ab OR 'stewardess'/exp OR 'airplane pilot'/exp OR 'airplane pilot':ti,ab OR 'aircraft pilot':ti,ab OR 'aircraft pilot'/exp OR 'aviator'/exp OR 'aviator':ti,ab OR 'civil aviation pilot':ti,ab OR 'civil aviation pilot'/exp OR 'civil pilot'/exp OR 'civil pilot':ti,ab OR 'fighter pilot':ti,ab OR 'fighter pilot'/exp OR 'airplane crew'/exp OR 'airplane crew':ti,ab OR 'crew member':ti,ab OR 'crew members':ti,ab OR 'crew member'/exp OR 'crewmember':ti,ab OR 'crewmembers':ti,ab) AND ('cosmic ray':ti,ab OR 'cosmic rays':ti,ab OR 'cosmic rays'/exp OR 'cosmic ray'/exp OR 'cosmic particle':ti,ab OR 'cosmic particles':ti,ab OR 'cosmic wave':ti,ab OR 'cosmic waves':ti,ab OR 'cosmic radiation':ti,ab OR 'cosmic radiations':ti,ab OR 'cosmic radiation'/exp OR 'ionizing radiation'/exp OR 'ionizing radiation':ti,ab OR 'galactic radiation':ti,ab OR 'galactic radiation'/exp OR 'space radiation'/exp OR 'space radiation':ti,ab OR 'solar flare':ti,ab OR 'solar flares':ti,ab)	948

Base de datos			Recuperados
Base de datos: LILACS			
Fecha de búsqueda: enero de 2023			
(radiacion cosmica) OR (cosmic ray) OR (rayos cosmicos) OR (cosmic radiation) OR (cosmic waves) OR (solar flares) AND (astronaut) OR (cosmonaut) OR (aviation) OR (flight attendant)			11
Base de datos: COCHRANE			
Fecha de búsqueda: enero de 2023			
ID	Search	Hits	28
#1	(cosmic NEAR/2 radiation):ti,ab,kw	2	
#2	(cosmic particle?):ti,ab,kw	2	
#3	(cosmic wave?):ti,ab,kw	1	
#4	(solar flare?):ti,ab,kw	6	
#5	MeSH descriptor: [Radiation, Ionizing] explode all trees		1009
#6	(ionizing NEAR/2 radiation?):ti,ab,kw		388
#7	(space NEAR/2 radiation?):ti,ab,kw		2
#8	#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7		1384
#9	(astronaut?):ti,ab,kw	166	
#10	MeSH descriptor: [Astronauts] explode all trees		16
#11	(cosmonaut?):ti,ab,kw	36	
#12	(aviation?):ti,ab,kw	244	
#13	MeSH descriptor: [Aviation] explode all trees		335
#14	(aeronautic?):ti,ab,kw	87	
#15	(aircraft?):ti,ab,kw	320	
#16	MeSH descriptor: [Aircraft] explode all trees		169
#17	(flight?):ti,ab,kw	1483	
#18	(pilot?):ti,ab,kw	76896	
#19	MeSH descriptor: [Pilots] explode all trees		17
#20	(co pilot?):ti,ab,kw	3543	
#21	(crew?):ti,ab,kw	283	
#22	(flight NEAR/2 attendant?):ti,ab,kw		22
#23	(airplane NEAR/2 pilot?):ti,ab,kw	41	
#24	(aircraft NEAR/2 pilot?):ti,ab,kw	4	
#25	(airline NEAR/2 pilot?):ti,ab,kw	14	
#26	(aviator?):ti,ab,kw	42	
#27	(civil aviation pilot?):ti,ab,kw	3	
#28	(civil pilot?):ti,ab,kw	29	
#29	(fighter pilot?):ti,ab,kw	35	
#30	(airplane crew?):ti,ab,kw	32	
#31	(crew member?):ti,ab,kw	65	
#32	(crewmember?):ti,ab,kw	29	
#33	#9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29 OR #30 OR #31 OR #32	78848	
#34	(adverse effect?):ti,ab,kw	280901	
#35	(adverse event?):ti,ab,kw	153638	
#36	(complication?):ti,ab,kw	218136	
#37	(side effect?):ti,ab,kw	165015	
#38	(health impact?):ti,ab,kw	48145	
#39	(unwanted effect?):ti,ab,kw	2082	
#40	(undesirable effect?):ti,ab,kw	1829	
#41	(adverse outcome?):ti,ab,kw	167427	
#42	(adverse reaction?):ti,ab,kw	88892	
#43	MeSH descriptor: [Risedronic Acid] explode all trees		316
#44	(risk?):ti,ab,kw	285151	
#45	#34 OR #35 OR #36 OR #37 OR #38 OR #39 OR #40 OR #41 OR #42 OR #43 OR #44	750915	
#46	#8 AND #33 AND #45	28	

ANEXO 2: Cuestionario AMSTAR 2⁽¹⁷⁾

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?

For Yes:	Optional (recommended)	
<input type="checkbox"/> Population	<input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> Intervention		<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Comparator group		
<input type="checkbox"/> Outcome		

2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?

For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:	For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:	
<input type="checkbox"/> review question(s)	<input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i>	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> a search strategy	<input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity	<input type="checkbox"/> Partial Yes
<input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria	<input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> a risk of bias assessment		

3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?

For Yes, the review should satisfy ONE of the following:	
<input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including only NRSI	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including both RCTs and NRSI	

4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?

For Partial Yes (all the following):	For Yes, should also have (all the following):	
<input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)	<input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy	<input type="checkbox"/> searched trial/study registries	<input type="checkbox"/> Partial Yes
<input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)	<input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature	
	<input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review	

5. Did the review authors perform study selection in duplicate?

For Yes, either ONE of the following:	
<input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <i>and</i> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.	<input type="checkbox"/> No

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?	
RCTs	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
For NRSI	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
<input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review	
12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results	<input type="checkbox"/> No
14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results	
<input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review	<input type="checkbox"/> Yes
	<input type="checkbox"/> No
15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?	
For Yes:	
<input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias	<input type="checkbox"/> Yes
	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- The authors reported no competing interests OR Yes
- The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest No

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?

RCTs

For Yes:

- The authors justified combining the data in a meta-analysis Yes
- AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. No
- AND investigated the causes of any heterogeneity No meta-analysis conducted

For NRSI

For Yes:

- The authors justified combining the data in a meta-analysis Yes
- AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present No
- AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available No meta-analysis conducted
- AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review

12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?

For Yes:

- included only low risk of bias RCTs Yes
- OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect. No
- No meta-analysis conducted

13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?

For Yes:

- included only low risk of bias RCTs Yes
- OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results No

14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?

For Yes:

- There was no significant heterogeneity in the results Yes
- OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review No

15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?

For Yes:

- performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias Yes
- No
- No meta-analysis conducted

ANEXO 3: Cuestionario STROBE ⁽¹⁸⁾

Discussion		
<input type="checkbox"/>	Key results	18 Summarise key results with reference to study objectives
<input type="checkbox"/>	Limitations	19 Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
<input type="checkbox"/>	Interpretation	20 Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
<input type="checkbox"/>	Generalisability	21 Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
<input type="checkbox"/>	Funding	22 Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

*Give information separately for exposed and unexposed groups.

STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of *cross-sectional studies*

	Item No	Recommendation
<input type="checkbox"/>	Title and abstract	1 (a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
<input type="checkbox"/>	Background/rationale	2 Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
<input type="checkbox"/>	Objectives	3 State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
<input type="checkbox"/>	Study design	4 Present key elements of study design early in the paper
<input type="checkbox"/>	Setting	5 Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
<input type="checkbox"/>	Participants	6 (a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants
<input type="checkbox"/>	Variables	7 Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
<input type="checkbox"/>	Data sources/ measurement	8* For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
<input type="checkbox"/>	Bias	9 Describe any efforts to address potential sources of bias
<input type="checkbox"/>	Study size	10 Explain how the study size was arrived at
<input type="checkbox"/>	Quantitative variables	11 Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why
<input type="checkbox"/>	Statistical methods	12 (a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions (c) Explain how missing data were addressed (d) If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy (e) Describe any sensitivity analyses
Results		
<input type="checkbox"/>	Participants	13* (a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
<input type="checkbox"/>	Descriptive data	14* (a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest
<input type="checkbox"/>	Outcome data	15* Report numbers of outcome events or summary measures
<input type="checkbox"/>	Main results	16 (a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period
<input type="checkbox"/>	Other analyses	17 Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses

ANEXO 4: Niveles de evidencia y grados de recomendación SIGN ⁽¹⁹⁾

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Al menos un meta-análisis, revisión sistemática o ensayo clínico aleatorizado calificado como 1++ y directamente aplicable a la población objeto, o Una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados o un cuerpo de evidencia consistente principalmente en estudios calificados como 1+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados.
B	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2++ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados, o Extrapolación de estudios calificados como 1++ o 1+.
C	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados, o Extrapolación de estudios calificados como 2++.
D	Niveles de evidencia 3 o 4, o Extrapolación de estudios calificados como 2+.

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Al menos un meta-análisis, revisión sistemática o ensayo clínico aleatorizado calificado como 1++ y directamente aplicable a la población objeto, o Una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados o un cuerpo de evidencia consistente principalmente en estudios calificados como 1+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados.
B	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2++ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados, o Extrapolación de estudios calificados como 1++ o 1+.
C	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados, o Extrapolación de estudios calificados como 2++.
D	Niveles de evidencia 3 o 4, o Extrapolación de estudios calificados como 2+.

Anexo 5: RESULTADOS

TABLA 1: PUNTUACIÓN AMSTAR 2

AMSTAR 2																	
Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Confianza
Alberto-Martin et al. 2022	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	Sip	Sip	No	No	No	No	No	Si	No	No	Críticamente baja
Ballard et al. 2000	Si	Sip	Si	Sip	Si	No	Si	Si	Sip	No	Si	Si	No	Si	No	No	Críticamente baja
Blettner et al. 1998	Si	Si	No	Sip	Si	No	No	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	Críticamente baja
Buja et al. 2005	Si	Si	Si	Si	Si	No	Sip	Sip	Sip	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Baja
Buja et al. 2016	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	Si	Sip	No	No	No	No	No	No	No	No	Críticamente baja
Fink et al. 2005	Si	Sip	Si	Sip	Si	No	Sip	Sip	No	No	No	No	Si	Sip	No	No	Críticamente Baja
Lui et al. 2016	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	No	Sip	No	No	No	No	No	No	No	No	Críticamente baja
Lui et al, 2018	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	No	Sip	No	No	No	No	No	No	No	No	Críticamente baja
Raslau et al. 2016	Si	Si	Si	Sip	Si	Si	Sip	Si	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	Baja
Sanlorenzo et al. 2015	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	Sip	Sip	No	No	Si	No	Si	Si	No	No	Baja
Weinmann et al. 2022	Si	Sip	No	Sip	Si	Si	No	Sip	No	No	Si	No	No	No	No	No	Críticamente baja

Si: el ítem evaluado cumple con la condición cuestionada. No: el ítem evaluado no cumple con la condición evaluada, no puede ser contestada o no es aplicable. Sí parcial (Sip): el ítem evaluado se cumple parcialmente. No MA: no se realizó metaanálisis *: dominios críticos

TABLA 2: PUNTUACIÓN STROBE

STROBE																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total	%
Ballard et al, 2002	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19,8	90
Blettner et al, 2003	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,6	0,33	1	1	0,33	1	1	1	1	0	1	18,2	83
Carvallo et al, 2002	0,5	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0,2	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	13,7	62
Chylack et al. 2009	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0,6	0,8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	18,4	84
Durante et al, 2003	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0,4	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	14,4	65
Elgart et al, 2018	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,6	0,33	0,33	1	1	0	1	1	1	0	0	16,3	74
Grajewski et al, 2011	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,2	0,66	0,66	1	0,33	1	1	1	1	0	0	16,8	76
Grajewski et al. 2015	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,6	1	1	1	0,66	1	1	1	1	0	0	18,2	83
Gundestrup et al, 2018	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,6	0,33	0,33	1	0,66	1	1	1	1	0	0	16,9	76
Hammer et al, 2013	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,6	0,33	0,33	1	0,66	1	1	1	1	0	0	16,9	76
Johnson et al. 2016	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0,6	0,6	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	16,2	74
Langner et al, 2003	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	16,8	76
Rafnsson et al, 2000	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,2	0,66	0,66	1	0,33	NA	1	0	1	0	0	12,5	56
Rafnsson et al, 2005	1	1	1	1	1	1	1	NA	0	1	1	0,6	0,33	0,33	1	0,33	NA	1	0	1	0	0	13,2	60
Peterson et al. 1993	1	1	1	1	1	1	0,6	1	0	1	0	0,4	0,33	1	1	1	1	1	0	1	1	0	16,3	74
Yong et al, 2019	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	NA	1	0	1	1	1	18	81

0 = no cumple el ítem ni ninguna de sus partes; 1 = cumple el ítem en su totalidad; 0 a 1 = cumple parcialmente el ítem; NA = no aplica

TABLA 3: RESULTADOS – EFECTOS NEOPLÁSICOS

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Tipos neoplasias	Resultados - Conclusiones	SIGN
Alberto-Martin et al, 2022, España (13)	RS/MA (10 artículos)	Pilotos, auxiliares de vuelo y astronautas	1990 - 2018	Cáncer de piel y cáncer de mama	Resultados: no se evidencian datos numéricos Conclusiones: No existió evidencia suficiente que demostrara riesgo de neoplasias por pilotos, auxiliares de vuelo y astronautas por estar expuestos a la radiación cósmica.	2+B
Ballard et al, 2000, USA (20)	RS/MA (10 artículos)	Pilotos de vuelos civiles, pilotos de la fuerza aérea de USA y asistentes de vuelo femeninas	1986-1998	Melanoma, cáncer cerebral, cáncer de próstata, cáncer de mama	Resultados: los riesgos relativos (RR) combinados ajustados por estatus socioeconómicos (ESE) fueron elevados (>1,2) Pilotos masculinos: índice de mortalidad respecto a: melanoma 1,97 (índice de confianza (IC) del 95 %: 1,02-3,82)] y cáncer cerebral 1,49 (0,89-2,20), para la incidencia de cáncer de próstata [1,65 (1,192,29)] y el cerebro [1,74 (0,87-3,30)]. Entre las asistentes de vuelo femeninas, se observó aumentos en la incidencia de todos los tipos de cáncer [1,29 (0,98-1,70)], melanoma [1,54 (0,83-2,87)] y cáncer de mama [1,35 (1,00-1,83)]. Conclusiones: El personal de vuelo pareció tener un mayor riesgo de varios tipos de cáncer: específicamente melanoma, cáncer cerebral y cáncer de mama, que pudo estar dado tanto por riesgos derivados a la exposición ocupacional y por estilo de vida	2+D
Blettner et al. 1998, Alemania (21)	RS/MA (7 artículos)	N = 234.034 Pilotos y personal de cabina en personal military y civil	1950-1992	Incidenia de cáncer y mortalidad	Resultados: razón de mortalidad estandarizada (RME) para: 1) Cáncer en general : 1,1. 2) Cáncer cerebral 1,6-1,7. 3) Leucemia 1,6 . 4) Cáncer de mama 1,2. Para la detección de riesgos menores se usa estimación de radiación en base al nivel de radiación actual para estimaciones (ej. RR 1,1-1,2 leucemia asumiendo dosis de vida acumulada de 100 mSv para pilotos volando rutas trans-Atlánticas. No gran poder estadístico) Conclusiones: No hubo evidencia que avalara el aumento de la mortalidad por cáncer. Sólo los tumores cerebrales parecieron contar con riesgo elevado en la mayor parte de estudios	2+C
Buja et al, 2005, UK (22)	RS/MA (9 artículos)	Auxiliares de cabina, pilotos civiles y militares masculinos	Hasta enero 2005	Melanoma y otros tipos cáncer de piel	Resultados: se obtuvo una razón de incidencia estandarizada (RIE) y un intervalo de confianza (IC) del 95% para: - Melanoma en asistentes de vuelo de cabina masculinos 3,42 (IC = 1,94-6,06), en pilotos civiles 2,18 (1,69-2,80) y pilotos militares 1,43 (1,09-1,87). - Para otros cánceres: asistentes de vuelo masculinos 7,46 (3,52-15,89), pilotos civiles: 1,88 (1,23-2,88) y pilotos militares 1,80 (1,25-2,58). - Cáncer de próstata en pilotos civiles 1,47 (1,06-2,05) Sarcoma de Kaposi en los asistentes de vuelo masculinos: 21,5 (2,25-205,8) y para el linfoma de Hodgkin de 2,49 (1,03-6,03). El SIDA, que fue la causa individual de muerte más frecuente en esta categoría ocupacional, probablemente explica el exceso de estos dos últimos tumores. Conclusiones: Encontraron incremento para el melanoma y otros cancer de piel en tripulantes de cabina masculinos, civil pilotos y pilotos militares. El SIDA fue una causa frecuente de muerte este grupo ocasional, lo que podría explicar la presencia de Sarcoma de Kaposi y linfoma de Hodgkin	2+C
Buja et al, 2006, Italia (23)	RS/MA (7 artículos)	Azafatas	1955 - 1997	Melanoma, cáncer de mama	Resultados: RIE para:1) Melanoma 2,15 (IC 95% 1,56 - 2,88) 2) Cáncer de mama 1,40 (IC 95% 1,19 - 1,65) 3) Todo tipo de cancer 1,11 (IC 95% 0,98 - 1,25) Conclusiones: Sugirieron que las aerolíneas deberían, estimar dosis de radiaciones, organizar los horarios de la tripulación para reducir exposición en personal altamente expuesto, informarles del riesgo para la salud y brindar protección especial a mujeres embarazadas.	2+C
Fink et al, 2005, USA (14)	RS/MA (10 artículos)	N = 75.720 Pilotos y tripulación de cabina	1990-2002	Melanoma y leucemia	Resultados: RIE Melanoma: 2,27 (IC 95% 1,96 - 2,64) Leucemia: 1,64 (IC 95% 1,13-2,38) Conclusiones: Existió asociación entre melanoma y radiación ionizante en personal aéreo, pero no en relación a la aparición de leucemia.	2+C
Sanlorenzo et al, 2015, USA (24)	RS/MA (19 artículos)	N= no descrita Pilotos y personal de cabina	1966 - 2013	Melanoma	Resultados: melanoma RIE en cualquier trabajo aéreo 2,21 (IC 95% 1,76-2,77; P < 0,001; 14 registros). El global RIE para pilotos fue 2,22 (IC 95% 1,67-2,93; P < 0,001). Global RME de cualquier trabajo aéreo fue 1,42 (IC 95% 0,89-2,26; P = 0,002). El global de RME fue 1,83 (IC 95% 1,27-2,63; P 0,33; 4 registros) Conclusiones: Pilotos y personal de cabina tuvieron el doble de incidencia de melanoma comparada con la población general.	1-C
Liu et al, 2016, China (25)	RS/MA (10 artículos)	N= no descrita Azafatas	1995 - 2015	Cáncer de mama	Resultados: cáncer de mama: RIE 1,40 (IC 95% 1,30 - 1,50), sin heterogeneidad significativa (p = 0,744) Conclusiones: Este análisis sugirió que las azafatas tenían mayor riesgo de desarrollar cancer de mama que la población general China	2+C
Liu et al, 2018, USA (26)	RS/MA (8 artículos)	N = 243.088. Personal de cabina	1996 - 2014	Cáncer de tiroides	Resultados: total de RIE de participantes en cualquier trabajo aéreo 1,11 (IC 95% 0,79 - 1,57; p=0,613, 6 registros). RIE para tripulación de cabina fue 1,21 (IC 95% 0,75-1,95; p = 0,383; 4 registros) RIE para personal de cabina 1 (IC 95% 0,60 - 1,66; p = 0,656; 2 registros). El total de RME 1,19 (IC 95% 0,59 - 2,39; p = 0,773; 2 registros). Conclusiones: En la tripulación aérea no encontraron que presentaran significativo riesgo de incidencia o mortalidad por cancer de tiroides en relación con la población general.	2-D
Raslau et al, 2016, USA (27)	RS/MA (9 artículos)	N= no descrita Pilotos militares y civiles	1996 - 2012	Cáncer de próstata	Resultados: cáncer de próstata RR 1,20; (IC 95% 1,08-1,33) pero no aumento de la mortalidad (RR 1.20; IC 95%, 0,91-1,60). Conclusiones: Impresiono que los pilotos tuvieron un ligero riesgo de incidencia de cancer de próstata, pero no de la mortalidad.	2+H
Weinmann et al, 2022, Alemania (28)	RS/MA (9 artículos)	N= no descrita Azafatas	2001 - 2015	Cáncer de mama	Resultados: cáncer de mama. RIE 1,43 (IC 95% 1,32 - 1,54). Conclusiones: Ni la exposición a radiaciones cósmicas o la interrupción del ritmo circadiano parecieron explicar el riesgo elevado de cancer de mama entre las azafatas.	2+H
Langner et al, 2003, Alemania (29)	Cohorte	N = 19.347 Pilotos, tripulación de cabina	Hasta 1997	Todo tipo de cáncer (excluyendo cáncer pulmón)	Resultados: un total de 1.234 muertes (RME 0,7, IC 95 % 0,67-0,74) entre 1960 y 1997 incluídas 338 muertes por cáncer (RME 0,72, IC 95% 0,64-0,82). La RME para todas las causas y todos los cánceres fueron significativamente por debajo de 1,00. Cáncer de estomago : RR=1,48 (0,42-5,23) para 5000-9999 horas bloque y RR=1,71 (0,53-5,47) para más de 10 000 horas de bloque Conclusiones: No encontraron aumento sustancial del riesgo de mortalidad por cáncer debido a radiación ionizante	2+D
Rafnsson et al, 2000, Islandia (30)	Cohorte retrospectivo	N = 458 Pilotos de avión que operan rutas internacionales.	1955- 1997	Melanoma, cáncer de esófago, colon, vejiga, pulmón, próstata, riñón, ocular, cerebro, tiroides, leucemia	Resultados: observados 23 casos de tumores. RIE de cáncer global 0,97 (IC 95% 0,62 - 1,46) en toda la cohorte y 1,16 (IC 95% 0,70 - 1,81) para los pilotos que operan rutas internacionales. Encontraron: 1) melanoma maligno RIE 10,20 (IC 95% 3,29 - 23,81) en toda la cohorte y de 15,63 (IC 95% 5,04 - 36,46) en la cohorte restringida. Cáncer de esófago 1 caso; RIE 2,78 (IC 95% 0,4 - 15,45). Cáncer de colon 1 caso; RIE 0,64 (IC 95% 0,01 - 3,54). Cáncer de vejiga 1 caso; RIE 8,33 (IC 95% 0,11 - 46,36). Cáncer de pulmón 2 casos, RIE 0,64 (IC 95% 0,07 - 2,31). Cáncer de próstata 5 casos; RIE 1,28 (IC 95% 0,41 - 2,98). Cáncer de riñón 2 casos, RIE 1,42 (IC 95% 1,16 - 5,12). Carcinoma ocular 1 caso; RIE 10 (IC 95% 0,13 - 55,64). Cáncer cerebral 2 casos, RIE 1,75 (IC 95% 0,20 - 6,33). Cáncer de tiroides 1 caso, RIE 1,49 (IC 95% ,02 - 8,30). Leucemia 1 caso; RIE 3,85 (IC 95% 0,02 - 9,43). Conclusiones: En el estudio encontraron alta prevalencia de melanoma maligno en pilotos. Dejan abierto a discusión si juegan un papel en la etiología del cáncer la exposición a radiaciones cósmicas, el número de horas voladas, factores en el estilo de vida como los excesivos baños de sol	2+B

TABLA 4: RESULTADOS – EFECTOS CARDIOVASCULARES

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Efecto	Resultados - Conclusiones
Elgart et al, 2017, USA (31)	Cohorte retrospectivo	N = 73 Astronautas	1909 - 1909	Enfermedad cardiovascular	Resultados: enfermedad cardiovascular n=7; RME = 33; (IC 95% 14 - 65) Para todos los cánceres n = 7; RME = 43 (IC 95% 18 - 83) comparadas con trabajadores sanos. Conclusiones: No existió asociación significativa utilizando regresiones logísticas entre la radiaciones espaciales y la mortalidad.

TABLA 5: RESULTADOS – EFECTOS GENÉTICOS

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Efecto	Resultados - Conclusiones
Cavallo et al., 2002, Italia (32)	Casos y controles	Casos 40. Controles: 40	Durante 5 años	Daños ADN	Resultados: daño de ADN: No se encontro diferencia significativa (P=0,49) Luego del ajuste por factores de confusión, se observo un RR ligeramente mayor de daño de ADN pero no significativo. Conclusiones: Impresiono que la prueba Comet no pudo identificar el daño temprano en el ADN relacionado con los riesgos de volar entre los miembros de la tripulación aérea que estudiamos.
Durante et al, Italia, 2003 (33)	Cohorte	N= 33 astronautas	febrero 1992- marzo 2003	Traslocaciones cromosómicas	Resultados: se observo un aumento estadísticamente significativo de aberraciones cromosómicas después de misiones de larga duración en linfocitos de cosmonautas en su primer vuelo. No se observaron cambios significativos en las frecuencias de las aberraciones para vuelos de corta duración. Conclusiones: La dosimetría de aberraciones cromosómicas pudo detectar daños por radiación durante los vuelos espaciales.
Grajewski et al, 2011, USA (34)	Casos y controles	Casos: 83 Controles: 51. Pilotos de aerolínea comercial	2001- 2002	Traslocaciones cromosómicas	Resultados: la dosis acumulativa media de los pilotos fue 15 Gy (rango 4,5-38). [RR = 1,01 para 1 Gy, (IC 95% 0,97 - 1,04)]. Dosis en pilotos sólo en vuelos comerciales sugieren asociación con radiaciones (RR = 1,04 a 1 mGy, IC 95% 0,97-1,13). Conclusiones: No se observo asociación entre la frecuencia en traslocaciones y dosis absorbida en todos los tipos de vuelo
Yong et al, 2009, USA (35)	Casos y controles	Casos: 83 Controles: 50. Pilotos	2001 - 2002	Traslocaciones cromosómicas	Resultados: la frecuencia de traslocaciones ajustada estuvo más asociada a los años de vuelo (p = 0,01) con un rango de 1,06 (IC 95% 1,01-1,11) y para aumento por año de vuelo de 1 - 10 años de 1,81 (IC 95% 1,16-2,82) Conclusiones: Sugirió que los pilotos con mayor tiempo de vuelo pudieron estar más expuestos a mayor dosis de radiaciones ionizantes. No se evidenció diferencia significativa en la frecuencia media ajustada de traslocaciones de los pilotos y los controles comparados

TABLA 6: RESULTADOS – EFECTOS GINECOLÓGICOS

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Efecto	Resultados - Conclusiones
Grajewski et al, 2015, USA (36)	Cohorte	N = 637 Asistente de vuelo y profesoras	1999 - 2001	Abortos Espontáneos	Resultados: Abortos espontáneos (semana 9-13): OR 1,7 (IC 95% = 0,95-3,2) No asociación entre mayor número de zonas horarias cruzadas y abortos Conclusiones: La asociación entre el aborto y radiaciones cósmicas tuvo una fuerza de asociación moderada y pudo estar afectada por otros factores: estilo de vida, esfuerzo físico.
Johnson et a, 2016, USA (37)	Cohorte	N = 2181. Asistente de vuelo y profesoras	1992-2001	Desarrollo de endometriosis	Resultados: las asistentes de vuelo y las profesoras tenían la misma probabilidad de informar endometriosis (OR 1,0, IC del 95 %: 0,5-2,2). Segmentos de vuelo (vuelos sin escalas entre dos ciudades) por año se asoció con la endometriosis (OR 2,2, 1,1-4,2 para el cuartil más alto frente al más bajo, tendencia P = 0,02) Horas en bloque (taxi más tiempo de vuelo) por año no se asociaron con endometriosis. (OR 1,2, IC del 95 % 0,6-2,2 para el cuartil más alto versus el más bajo, tendencia P = 0,38). Conclusiones: Las asistentes de vuelo no eran más propensas que las profesoras a reportar endometriosis. Las probabilidades de endometriosis aumentaron con el número de segmentos de vuelo volados por año. Esto sugiere que algún aspecto de la programación del trabajo estaba asociado con un mayor riesgo de endometriosis, o que los síntomas de la endometriosis podían afectar la forma en que las azafatas programaban su vuelo

TABLA 7: RESULTADOS – EFECTOS HEMATOLÓGICOS

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Resultados - Conclusiones	
Gundestrup et al, 1999, Dinamarca (38)	Cohorte prospectivo	N= 3.877. Personal de cabina	1943 - 1995	Leucemia mielóide, cáncer cutáneo excluyendo melanoma	Resultado: Número total de cánceres: 169. RIE: 1,1 (IC 95% 0,94-1,28) RIE en personal masculino de cabina: 1) Leucemia mielóide 5,1 (IC 95% 1,03-14,91). 2) Cáncer cutáneo excluyendo melanoma: 3-0 (IC 95%: 2-12-4-23). 3) Cáncer total: 1,2 (IC 95% 1,00-1,53). Conclusion: Melanoma maligno y cáncer de piel se encontraron en exceso en miembros con una larga historia de vuelo. Los jets que vuelan más de 5000 h tenían una frecuencia significativamente mayor de leucemia mielóide aguda.

TABLA 8: RESULTADOS – EFECTOS OFTALMOLÓGICOS

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Efecto	Resultados - Conclusiones	
Chylack et al, 2009, USA (12)	Cohorte	N = 418 Astronautas, pilotos militares, tripulación de base terrestre	2004-2006	Desarrollo cataratas	Resultados: odds ratio (OR) para opacidad corneal posterior (OCP) 2,23 (IC 95% - 1,16,- 4,26; P5: 0,016) en astronautas expuestos a dosis elevadas de radiación espacial. OR por año = 1,041 (IC 95% 1,008 - 1,075; p = 0,015). Conclusiones: Los astronautas fueron el grupo con mayor riesgo a desarrollar cataratas por mayor exposición y mayor contacto con radiación.	2+C
Rafnsson et al, 2005, Islandia (39)	Casos y controles	N = 445 hombres. Pilotos aerolíneas comerciales	1996 - 2005	Desarrollo cataratas	Resultados: cataratas nucleares en pilotos comparados con no pilotos: OR 3,02 (IC 95% 1,44 - 6,35) Cataratas nucleares asociadas a estimación de dosis acumulativa de radiación: OR 1.06 (IC 95% 1,02-1, 10) Conclusiones: La asociación entre la exposición de pilotos a radiaciones cósmicas y el riesgo a desarrollar cataratas nucleares, ajustado por edad, relación al hábito tabaquico, exposición solar, indico que las radiaciones cósmicas podian ser causa de desarrollo de cataratas en pilotos de aerolíneas comerciales	2-C

TABLA 9: RESULTADOS – MORTALIDAD

Autor - Año - País	Tipo de estudio	Población	Periodo Estudiado	Efecto	Resultados - Conclusiones	
Ballard T. et al., 2002, USA	Cohorte	N = 6846 Asistentes de vuelo masculinos: 3418. Asistentes de vuelo femeninos: 3428	1 de enero 1965 - 31 de diciembre 1995	Todo tipo de cáncer, predominate cáncer de pulmón, cerebral, melanoma, mama	Resultados: Tripulante de cabina masculino. RME para todos los canceres 0.66, (IC del 95%: 0,58-0,76) Asistente de vuelo masculino: Mortalidad para todos los cáncer. RME 0,67 (IC 95% 0,45-0,97) con aumento en cáncer de cerebro, melanoma, linfoma de Hodgkin Asistente de vuelo femenino: Cáncer de mama: RME: 0,99 IC% 0,36-2,15 Asistentes de vuelo: Leucemia: RME:1,73; (IC del 95 %: 0,75-3,41) (p=0,046) Conclusiones: Los resultados fueron inconclusos aunque existieron varias causas de muerte más comunes en el personal de vuelo italiano en comparación con la población italiana, pero los resultados debian ser considerados inconcluso debido a la joven cohorte y al pequeño número de muertes por causas individuales.	2+D
Blettner et al, 2003, Alemania	Cohorte retrospectivo	N= 280.000. Tripulación de cabina masculina	1960 - 1997	Mortalidad global, por melanoma y cáncer de pulmón	Resultados: 2.244 muertes, RME 0,64 (IC 95% 0,61 - 0,74). Global por cáncer (RME 0,68; IC 95% 0,63 - 0,74). Melanoma maligno (RME 0,53; IC 95% 0,44-0,62) y por cáncer de pulmón (RME 0,53; IC 95% 0,44-0,62). Conclusiones: El personal de cabina tuvo baja mortalidad global. Mayor mortalidad por melanoma maligno, y menor por cancer de pulmón. No se observó asociación consistente entre la mortalidad por cáncer y la duración del empleo. Se objetivó reducida mortalidad cardiovascular y aumento la mortalidad por accidentes de aviación.	2-C
Hammer et al, 2013, Luxemburgo	Cohorte retrospectivo	N = 93.771. Tripulación de cabina en 10 países	1989 - 1999	Mortalidad global, por radiaciones, cáncer de mama, accidentes, SIDA, Cardiovascular	Resultados: mortalidad global en el personal masculino 1.360 (RME 0,56) y personal femenino 1.445 muertes (RME 0,73). La mortalidad relacionada a: RME para: 1) Cáncer por radiaciones en hombres (0,73), mujeres RME (1). 2) Cáncer de mama en mujeres (1,06). 3) Melanoma maligno (1,57). 4) Causas cardiovasculares (CV) (0,46). 5) Accidentes (33,9). 6) SIDA en personal de cabina (14,0). Conclusiones: Existió un areducción global de mortalidad en personal de cabina masculino y femenino, y un aumento de la mortalidad por accidentes y aumento de mortalidad por melanoma maligno cutáneo.	2+B
Peterson et al, 1993, USA	Cohorte	N = 195 astronautas	1959-1991	Mortalidad	Resultados: 20 muertes en 32 años de seguimiento RME:1) Mortalidad por todas las muertes 181 (IC 95% 110 - 279) 2) Mortalidad por enfermedad coronaria 47 (IC 95% 5 - 168) p no significativa, 2 muertes. 3) Muerte por accidentes fatales: 1346 (IC 95% 796 - 2186) p significativa, 16 muertes Conclusiones: Los hallazgos indicaron que los astronautas estabab en desventaja de salud porque estaban mas expuestos a alto riesgo de accidentes catastróficos.	2+B

(RS/MA) Revisión Sistemática/ Meta-Análisis (RIE) Razón de Incidencia Estandarizada, (RME) Razón de Mortalidad Estandarizada, (IC) Intervalo de Confianza (LNH) Linfoma No Hodgkin (ESE) Estatus SocioEconómico (CK) Cáncer Keratinocítico (OCP) Opacidad de cápsula posterior



doi: 10.4321/s0465-546x2023000300005

Revisiones


Hidden Hearing Loss, Cochlear Synaptopathy and Occupational Noise

Pérdida Auditiva Oculta, Sinaptopatía Coclear y Ruido Ocupacional

Yolanda R. Peñaloza-López¹  0000-0002-4758-2867

Ma. de los Ángeles Loera-González²

Felipe García-Pedroza³

Adrián Poblano⁴  0000-0002-1178-8900

¹Laboratory of Central Auditory Processes. National Institute of Rehabilitation. Mexico City, México.

²Department of Health in Work. Mexican Institute of Social Security (IMSS). Mexico City, México.

³School of Medicine. National University of Mexico (UNAM). Mexico City, México.

⁴Laboratory of Cognitive Neurophysiology. National Institute of Rehabilitation. Mexico City, México.

Correspondence

Adrián Poblano
drdislexia@yahoo.com.mx

Received: 30.05.2023

Accepted: 19.07.2023

Published: 30.09.2023

Authorship contribution statement

YRPL: idea y diseño, recolección de datos, análisis e interpretación de datos, escritura del borrador, revisión crítica de su contenido y aprobación final de la versión a ser enviado a revisada en el journal. MALG: recolección de datos, análisis e interpretación de datos, escritura del borrador, revisión crítica de su contenido y aprobación final de la versión a ser enviado a revisada en el journal. FGP: recolección de datos, análisis e interpretación de datos, escritura del borrador, revisión crítica de su contenido y aprobación final de la versión a ser enviado a revisada en el journal. AP: recolección de datos, análisis e interpretación de datos, escritura del borrador, revisión crítica de su contenido y aprobación final de la versión a ser enviado a revisada en el journal.

Conflicto de intereses

Authors declare have no conflicts of interest.

Agradecimientos

To Guillermina Castillo Maya MD, and Margarita E. Magaña Sánchez BSc, for translation of the manuscript to English.

How to cite

Peñaloza-López YR, Loera-González MA, García-Pedroza F, Poblano A. Hidden Hearing Loss, Cochlear Synaptopathy and Occupational Noise. *Med Segur Trab (Internet)*. 2023;69(272):187-194. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300005

 BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: La sinaptopatía coclear por exposición a ruido (SCER) es definida como una alteración funcional transitoria o permanente de las sinapsis en cinta de las células pilosas internas de la cóclea. Este artículo tiene el objetivo de comentar la utilidad de la identificación temprana de la pérdida auditiva oculta por SCER basado en marcadores audiológicos y en la metodología usada en grupos clínicos para su búsqueda.

Método: Revisión de la literatura relacionada en bases científicas y la narración descriptiva de los resultados.

Resultados: La SCER produce una pérdida auditiva oculta en pacientes con audiograma normal, principalmente obreros o individuos expuestos a niveles de ruido intenso. Los principales estudios de identificación de la SCER han sido realizados principalmente en estudiantes universitarios o en músicos.

Conclusiones: Son necesarios ajustes en la política de salud auditiva para una amplia identificación temprana de la SCER en las poblaciones en riesgo para la pérdida auditiva oculta y luchar por una regulación del daño.

Palabras clave: Pérdida auditiva oculta; Sinaptopatía coclear; Ruido ocupacional.

Abstract

Introduction: Cochlear synaptopathy after noise exposure (CSNE) is defined as the transient or permanent functional damage to the ribbon synapsis of the inner hair cells of the cochlea. This article has the objective of comment the usefulness of early identification of the hidden hearing loss after CSNE based on audiological markers and in changes in the clinical methodology in clinical groups for its searching.

Method: Review of related literature in scientific databases and narrative description of results.

Results: CSNE results in a hidden hearing loss in patients with normal pitch audiogram, mainly workers or individuals exposed to high noise levels. The main studies of identification have been performed mainly in groups of students from college or musicians.

Conclusions: Is necessary adjustments in hearing health policy for an wide early identification of CSNE in at risk populations for the identification of the hidden hearing loss and fight for its damage regulation.

Keywords: Hidden hearing loss; Cochlear synaptopathy; Occupational noise.

Introduction

The inner hair cells of the cochlea have a very special synapsis in “ribbon” fashion. This structure has been the point of attention for the study of cochlear synaptopathy by noise exposure (CSNE). Auditory fibers joined to synapsis go to the ganglionic neurons of the cochlea. The increased exocytosis of glutamate in the ribbon synapsis is the most accepted basis of an alteration due to a temporal variation in the auditory threshold, without damage of the inner hair cells which produce a dysfunction on both the auditory fibers and the ganglionic neurons.⁽¹⁾ In this case, the structures more susceptible to be damaged are the auditory fibers located near the modiolus. The auditory fibers are thinner and transfer at a low stimuli rate in order to codify sounds of high loudness or supra-threshold.⁽²⁾ This finding was confirmed by Schaette and McAlpine,⁽³⁾ in women with tinnitus and normal audiograms who showed lower amplitude of the first wave of the auditory brainstem responses (ABR) at supra-threshold intensity (see Table 1). These authors used for the first time the term: “hidden hearing loss” (HHL) based on the fact that tinnitus was present because of cochlear damage despite a normal audiogram.

In 2018 the American Speech and Hearing Association, based on noise interference symptoms, promoted opinions encounters about cases of CSNE versus central auditory processing disorders (CAPD). According with some experts interference in hearing perception by noise is more relevant for clinical purposes in CAPD compared with the synaptopathy.⁽⁴⁾

Operational Variables

For purposes of this article “Occupational noise” is the acoustic energy received by workers in their auditory system in certain industries. It is mainly an unpleasant noise for her/his hearing. The sustained exposure can cause permanent hearing damage. There are four types of occupational noise: continuous, intermittent, impulsive and low frequency noise.⁽⁵⁾

On the other hand, “Music” is an intentionally organized acoustic art, whose medium is sound and silence, with core elements of pitch (melody and harmony), rhythm (meter, tempo, and articulation), dynamics, and the qualities of timbre and texture”.⁽⁶⁾

Objective

The goal of this communication was comment the usefulness of early identification of hearing loss of CSNE based on audiological markers and discuss the changes in the used clinical methodology for its searching.

Methods

Articles addressing “cochlear synaptopathy” and “hidden hearing loss” from peer reviewed journals were identified by each of the authors. Search from literature were performed in PubMed and Google Scholar data bases and articles were selected in three phases: by title, by abstract, and by full text. The search of the articles in scientific journals found around of 330 reports. Results of the screening were discussed among authors and discrepancies were commented until consensus was reached. A critical narrative review of the development of cochlear synaptopathy concept, terminology, and specify the fundamental topics was performed.

Results

Noise in Working Centers

The Center for Diseases Control in the United States of America (USA) reported that 22 million workers were exposed to hearing damage by high levels of work noise each year.⁽⁵⁾ In other example, the Mexican Institute of Social Security (IMSS, for the abbreviation in Spanish) registered hearing damage by noise exposure at working places as the second cause of a typified work disease susceptible of indemnization.⁽⁷⁾

The working environment is considered harmful for purposes of clinic audiological evaluation based on what the worker reports. This includes: full time work in a noisy environment, in which loud intensity talking is needed for the worker to be heard by her/his work peers,⁽⁸⁾ (see Table 1), or whether tinnitus or hearing loss are present at the end of the working day. This last manifestation is known as “transient hearing loss”, in opposite to a “permanent hearing loss”.⁽⁹⁾

Preventive Measures Against Noise Exposure in Work Environment

The most common way to prevent hearing loss by noise exposure is occlusion of the external auditory meatus with plugs or headphones, even though it is not the most effective one. Greater effectiveness is reported through reduction of sound emissions from industrial machinery, and through changes in workplaces provided with environmental features that are able to reduce vibrational energy around workers, but these changes are the most expensive. One study of Costa-Meira et al. in 18-65 year-old workers highlighted the disadvantage position of females because of poor use of auditory protection. On the other hand, males use more protection especially either because their socio-economic level is better or because they have had a previous audiological test.⁽¹⁰⁾

Detection and Risk Factors

In the Beaver Dam Offspring Study, Tremblay et al. selected a group of people excluding Hispanics.⁽⁸⁾ (see Table 1). Although exclusion of Hispanics was later considered as a limitation by the authors themselves in their paper conclusions, they used a four questions scale selected from the Hearing Handicap Inventory for Adults Screening and the Hearing Handicap Inventory for Elderly, and detected as main risk factors: exposure to solvents, metals, and noise, low economic income, less physical activity, substance abuse, several audiological examinations, tinnitus and dizziness. Other study such as the carried-out by Kwon and Lee described also as main risk factors: poor dietary habits, smoking, and co-morbidity with chronic degenerative diseases.⁽⁹⁾

Some authors suggest a better tolerance for hearing damage in young subjects because of greater elasticity of the basilar membrane. Although Barrero et al. stated that the opinion is not conclusive,⁽¹¹⁾ these authors observed that the first symptoms of hearing loss appeared in middle-aged workers, and that there may be related with being close to a noise sources at her/his working place.⁽¹¹⁾ There are other reports of age related synaptopathy so there may be a possible overlapping of some risk factors proposed in different studies.

Prendergast et al. asked themselves: “is the cochlear synaptopathy by noise exposure present in youths?”⁽¹²⁾ To answer the question they performed a study in a group of young subjects aged >18 years, with a mean of 23.3 year old, analyzing the possible influence of age in noise exposure. These authors used psychoacoustics tests and evaluated the amplitude of wave I in ABR, in youths with poor evidence of CSNE (Table I). The authors excluded maturational aspects through intersubject variability, and found low frequency of CSNE and stated as a possible explanation the greater vulnerability of some subjects to CSNE. Researchers added a possible recovery factors hypothesis in the ribbon type preganglionic synapsis damage that could be observed in animal models, such as chinchillas exposed to noise.

Among work environment with dangerous activities for hearing are those carried out in factories with noisy machines and heavy equipment as sawmills. Other examples are building construction, mining, and army industries with activities with gun shoots, moreover leisure activities, hunting, and shooting, highlight by their increased risk for hearing damage.

After the youth, some authors identified ageing as a risk factor for hearing injury independent of the type of noise exposure. It has been observed that there is an increased frequency of hearing loss in both genders in older people. Women may show best hearing than men despite environmental noise exposure. Inheritance seems to be related with hearing loss after noise exposure in older age.⁽¹¹⁾ (see Table 1). At the same time, other authors mentioned that inner ear damage by noise exposure affects the left ear more frequently than the right one.⁽⁹⁾ An a possible explanation of this fact was given by Kwon and Lee,⁽⁹⁾ who speculate that predominance of hearing loss at the left side was gave by the pro-

tective effect of the left olivo-cochlear fasciculi to the right auditory pathway, which may help to explain why in some audiologic tests, such as the middle ear muscle reflex show asymmetric alterations.⁽¹¹⁾

Prendergast et al. measured the interaction among intensity and duration of noise in working environment as the main variables of their research.⁽¹²⁾ Summation of time exposed to noise by the worker was the more important variable in the risk of hearing damage (see Table 1).

Besides physiologic factors, the fine architecture of the structures of the cochlea is damaged by noise by means of metabolic mechanisms which may persist for a long period. The factors that cause damage are: an increase of free radicals, reactive mechanisms to oxygen and nitrogen in the outer hair cells followed by production of cytokines and activation of apoptotic mechanisms. High level of noise produce mechanical adverse effects to injuring the hair cells, the pillar cells, and the tectorial membrane.⁽⁹⁾

Discussion

General Considerations

CSNE with HHL may be a subtle pathology hard to identify in its beginnings but with important consequences in the hearing health of workers in noisy industries and in individuals exposed to high level of noise in leisure activities such as it will be commented as follows.

The hearing impairment was observed in individuals that even have suspected normal hearing, and was experimented as suboptimal function in their daily hearing. This is why CSNE they belong to the HHL category, although in their paper Tremblay et al. considered better the term: "hearing difficulty" and also found that 12% (n = 682 with age groups between 21 to 67 year-old) had this HHL.⁽⁸⁾ (see Table 1).

Besides clinical aspects, there are several research unknown fields involved in CSNE research, such as: anatomical, physiological, molecular, biochemical and genetics topics. I.e. Lobarinas et al.,⁽¹³⁾ emphasized the implications of the ribbon type synopsis in CSNE and its possible role when is damaged, as a predictor of the temporary threshold shifts of more than 30 dB in the first 24 hours after noise exposure in rats that were exposed to noise between 106 to 108 dB between 8 to 16 KHz. The same authors referred to the limited relationship between recreational noise and the decrease of amplitude of wave I of the ABR, they also found inconsistency in this decrease except when there is a significant level of hearing loss or a permanent threshold shift.⁽¹³⁾

Audiological Tests and Groups of Study

Tonal audiogram is the first test of an audiological examination. Cochlear damage by noise exposure causes an increased threshold in high frequencies, firstly in 3, 4 and 6 KHz and a recovery at 8 KHz. Low frequencies can also be altered with the time. Abnormalities in ABR and P300 wave of the event related potentials can also be present.⁽⁹⁾ Vigilance of risk factors and a synergy with ototoxic drugs and solvents exposure must be performed.⁽⁸⁾ We join to the proposal of other authors of performing high frequency audiometry and not to limit the study of patients to pure tone audiometry and non-distorted speech audiometry.⁽¹⁴⁾ It is also necessary a more precise analysis of audiograms obtained with half an octave in high frequency tones.

It is important to take into account that the same pathophysiology of the cochlear synaptopathy is present even when hearing loss is not hidden.⁽¹⁴⁾ Moreover, there can be thresholds over the normal range in few frequencies in superficial loss levels.⁽¹⁵⁾

In function of the intensity, the study of phonetically balanced words of Jerger and Hayes described the "roll over" phenomenon identifying a greater neural damage in individuals with tumors such as vestibular Schwannomas.⁽¹⁶⁾ In CSNE, mistakes in tests with words could be less dramatic than in tumors at supra threshold levels.

Middle ear muscles reflexes (MEMR) are supra-threshold audiological tests used in the identification of hearing loss. Guest et al. proposed the use of MEMR, being the most sensitive indicators of CSNE and suggest that are related with the amplitude of wave I of ABR in mice.⁽¹⁷⁾ However, in human beings,

contrary of what was expected, the authors did not find an association between MEMR and other tests for cochlear synaptopathy or with tinnitus (see Table 1).

Additionally the papers by Prendergrast et al.,⁽¹²⁾ Lobarinas et al.,⁽¹³⁾ and Le Prell,⁽¹⁴⁾ they state that it is possible, that in order to present CSNE, human beings that have been exposed to high noise, possibly have had previous hearing loss in high frequencies.

Laboral Legislation

The medico-legal aspects in relation to the compensation to which the worker is entitled for the hearing damage caused by exposure to noise in the work environment, specifically assess permanent hearing disorders, that are established based on tonal audiometry in conversational frequencies. The remuneration of the percentage of hearing impairment is made based on binaural loss by averaging the hearing thresholds in the frequencies 500, 1000, 2000, 3000 and/or 4000 Hertz, which are those used in human communication. It shall not be considered hearing loss when the hearing threshold is 25 dB. Practice that is carried out both in Europe and in many countries of America and that does not include any compensation for patients with normal or near-normal audiograms.⁽¹⁸⁾ In agreement, the Mexican legislation for noise related hearing loss due to exposure in working environments does not imply indemnization for patients with normal audiograms or near normality. Therefore, this point deserves more attention in the future because it will be the subject of discussion for future legislative policies, which should include personalized prevention and specific treatment strategies based on a comprehensive view of the worker, occupation, genetics and pathology of an individual.

Noise and Music

Musical experience at high sound levels has less frequency of CSNE with respect to workers exposed to industrial environment with noisy machines. This because music in college context can result in a favorable effect for brain plasticity and psychoacoustics performance also. It is believed that industry environment is more aggressive to the inner ear compared with environmental music of several types and with other loud sounds at leisure time. Furthermore, cultural patterns between university people and industry workers could be very different, especially in developing countries. Studies of Skoe and Kraus have considered the possibility that music exerts a protector effect due to educative musical training in early life.⁽¹⁸⁾ In this study, one evident benefit was observed in the register of significant improvement of ABR in the studied subjects.⁽¹⁹⁾

Conclusions

This review shows fundamental topics in the state of the scientific knowledge in relation to the pathophysiology and the identification of CSNE based in observations carried-out in laboratory animals, since in human beings with normal audiometrical and electrophysiological tests the results are not completely confirmatory yet.

It is probably that the industrial environment has more dangerous factors for the cochlear synapsis, because of its intrinsic features and also for the type of noise exposure that workers experimented when compared to noise exposure in a college environment, where students listen music often. As this short communication suggests of the knowledge available, it will be probably necessary to adjust the legislation for working centers where noise can result in CSNE type of cochlear damage.

References

1. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *J Neurosci* 2009;29(45):14077–85. doi:10.1523/JNEUROSCI.2845-09.2009
2. Chen G-D. Hidden cochlear impairments. *J Otol* 2018;13(2):37-43. doi:10.1016/j.joto.2018.05.001
3. Schaette R, McAlpine D. Tinnitus with normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *J Neurosci* 2011;31(38):13452. doi:10.1523/JNEUROSCI.2156-11.2011
4. Musiek F, Chermak G, Bamiou DE, Shinn J. CAPD: the most common ‘hidden hearing loss’. *ASHAW-IRE* 2018. <https://doi.org/10.1044/leader.FMP.23032018.6>.
5. OSHA. Occupational noise exposure. Workers’ rights. Available in: <https://www.osha.gov/noise>
6. Sarrazin N. Music and the child. Open Suny Textbooks. NY. 2016.
7. Loera-González M de los A, Salinas-Tovar S, Aguilar-Madrid G, Borja-Aburto VH. Hypoacusia as a result of chronic traumatic acoustic lesion in workers with affiliation to the Mexican Social Security Institute, 1992-2002. [in Spanish] *Rev Med Inst Mex Seguro Social* 2006;44(6): 497-504.
8. Tremblay KL, Pinto A, Fischer ME, Klein BEK, Klein R, Levy S, et al., Self-reported hearing difficulties among adults with normal audiograms : the Beaver Dam Offspring Study. *Ear Hear* 2015;36(6):e290-299. doi:10.1097/AUD.0000000000000195
9. Kwon JK, Lee J. Occupational hearing loss. In: Wang T-C (ed). *Hearing loss. From multidisciplinary teamwork to public health*. IntechOpen, Zagreb. 2021, p. 1-19.
10. Costa-Meira T, Sousa Santana V, Ferrite S. Gender and other factors associated with the use of hearing protection devices at work. *Rev Saude Publica* 2015;49:76. doi:10.1590/S0034-8910.2015049005708
11. Barrero JP, López-Perea EM, Herrera S, Mariscal MA, García-Herrero S. Assessment and modeling of the influence of age, gender and family history of hearing problems on the probability of suffering hearing loss in the working population. *Int J Environ Res Pub Health* 2020;17(21):8041. doi:10.3390/ijerph17218041
12. Prendergast G, Guest H, Munro K, Kluk K, Léger A, Hall DA, et al., Effects of noise exposure on young adults with normal audiograms. I: Electrophysiology. *Hear Res* 2017;344:68-81. doi:10.1016/j.heares.2016.10.028
13. Lobarinas E, Spankovich C, Le Prell CG. Evidence of “hidden hearing loss” following noise exposures that produce robust TTS and ABR wave I amplitude reductions. *Hear Res* 2017;349:155-63. doi:10.1016/j.heares.2016.12.009
14. Le Prell C. Hidden versus not so hidden hearing loss. *Can Audiol* 2023;10:1-16.
15. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward a differential diagnosis of hidden hearing loss in humans. *PLOS One* 2016;11(9):e0162726. doi:10.1371/journal.pone.0162726
16. Jerger J, Hayes D. Latency of the acoustic reflex in eight-nerve tumor. *Arch Otolaryngol* 1983;109(1):1-5. doi:10.1001/archotol.1983.00800150005001
17. Guest H, Munro K, Plack CJ. Acoustic middle-ear-muscle-reflex thresholds in humans with normal audiograms. No relations to tinnitus, speech perception in noise, or noise exposure. *Neuroscience* 2019;407:75-82. doi:10.1016/j.neuroscience.2018.12.019
18. Official Journal of the European Union 2003. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise). <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do>
19. Skoe E, Kraus N. A little goes a long way: How the adult brain is shaped by musical training in childhood. *J Neurosci* 2012;32(34):11507-10. doi:10.1523/JNEUROSCI.1949-12.2012

Table 1. Main studies of subjects with risk factors or probability of cochlear synaptopathy after noise exposure.

Year	Author	n	Gender	Age in the study	Subjects	Inclusion criteria	Tests	Studied frequencies	Observations
2015	Costa-Meira et al.	2,429 workers in residential area in Brasil 299 positive	Both	18- 65 years	12.3% reported noise in work area. 299 workers positive to questions about intensity and duration of exposure	Register in sociodemographic security and health	Questionnaire	Personal report of hearing loss	Females with hearing loss = 39, negative 78. Males with hearing loss = 45, negative 137
2015	Tremblay et al.	2783/686/ 82	Both	21-67 years	Subgroups that report or not hearing loss with normal pure tone audiogram	Non-hispanics participants Normal audiogram Questionnaire of hearing loss	Audiogram and 4 specific questions. OAE. Words in silence and with competitive ipsilateral message at 8 dB re SRT and 36 dB HL re 2 KHz threshold	0.5-8 KHz including 3 & 6 KHz	Prevalence HHL and risk factors of 12% & 2.9%
2011	Schaette & McAlpine	33	Women	36-33 years	University students and personal	Normal audiogram with and without tinnitus	Audiogram and A. at HF. ABR	0.125-8 KHz and 12-16 KHz	Wave I of ABR <amplitude with tinnitus
2016	Liberman	34	Both	Average of 25 years	University students of music/communication high/low risk	English speakers, normal audiogram <25 dB	Audiogram and A. at HF. NU6 words at 35 dBHL. S, C, RV, H. DPOAE, ECoG: SP/AP	2-6 KHz and 8-16 KHz	Significant results with words, ECoG: SP/AP
2017	Prendergast et al.	126	Both	18 to 36 years. Average in men 23.3 years; women 22.9 years	Adults young musicians, or workers of music industry Work in night shows and concerts	Normal hearing till 8 KHz	Hearing threshold <25dB . ABR 80 and 100 dB, FFR 80 dB. Questionnaires of noise exposure	0.25-8 and 16 KHz bilaterally	Wave I of ABR with amplitude decrease, also observed in waves III and V. ABR and FFR not significant in young adults. With high noise women showed thresholds at 16KHz with great effect than men
2019	Guest et al..	70 (19 with tinnitus).	Both	18 to 39 years	University groups	Patients studied for tinnitus and alterations in word perception	Normal audiometry (<20dB HL in both ears). Tympanograms. Thresholds of MEMR for 1, 2 y 4 KHz	0.25-8 KHz including 3, 6, 10, and 14 KHz.	No evidence of synaptopathy. Tinnitus significant for thresholds of MEMRs
2020	Barrero et al.	1418 Men = 1233 Women = 185	Both	Average of 38 years of age Range 17-66 years Predominant among 29-49 years of age	Workers from different sources and risk factors	Personal data and demography, works with noise and no-occupational (family history of hearing loss).	SAL index/ELI index, OLI overall loss index, percentage index. Audiometry. Questionnaire	Air conducted Pure tone audiometry. Percentage of biaural loss	Great risk of hearing loss in men with history of hypoacusis and age effect in front to any type of noise

Footpage Legend: Abbreviations. ABR = auditory brainstem response. A at HF = audiogram at high frequencies. C = compression. dB = decibels. DPOAE = distortion products-oto-acoustic emissions. ECoG = electrocochleogram. ELI = early-hearing loss index. FFR = frequency following responses. H = hyperacusis. HHL = hidden hearing loss. HL = hearing level. KHz = kilohertz. MEMR = middle ear muscles reflex. NU6 = Northwestern University test no. 6. OAE = otoacoustic emissions. OLI = overall loss index. RV = reverberance. S = silence. SAL = speech average loss. SP/AP = summation potential/action potential. SRT = speech reception threshold. W/compr. = word with compression.




doi: 10.4321/s0465-546x2023000300006

Revisiones

Riesgos dermatológicos en trabajadores expuestos a radiación ultravioleta solar

Dermatological risks in workers exposed to solar ultraviolet radiation

Jorge Díaz López^{1,2}  0009-0005-0456-7076

Blanca Hernández Hernández^{1,2}  0009-0001-9501-1989

Abel Francisco Martín Plasencia^{1,2}  0009-0005-9585-4328

Adrián Luis Varela Pedreño^{1,2}  0009-0003-5780-4165

¹Unidad Docente Multiprofesional de Salud Laboral del Servicio Canario de Salud (Área Gran Canaria y Tenerife).

²Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid, España.

Correspondencia

Jorge Díaz López
jorgediazlopez0@gmail.com

Recibido: 12.06.2023

Aceptado: 21.09.2023

Publicado: 30.09.2023

Contribuciones de autoría

Los autores de este trabajo han contribuido todos por igual en su diseño y realización.

Financiación

Proyecto sin financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

A nuestros seres queridos por su apoyo constante.

A D. Jerónimo Maqueda Blasco por la orientación y asesoría de esta publicación.

Cómo citar este trabajo

Díaz López J, Hernández Hernández B, Martín Plasencia AF, Varela Pedreño. Riesgos dermatológicos en trabajadores expuestos a radiación ultravioleta solar. *Med Segur Trab (Internet)*. 2023;69(272):195-219. doi: 10.4321/s0465-546x2023000300006

 BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: Actualmente la radiación ultravioleta (RUV) es un factor de riesgo importante en la salud de los trabajadores en un periodo a medio-largo plazo, ya que sus consecuencias pueden derivar en alteraciones cutáneas como el cáncer de piel.

Método: El objetivo principal del trabajo es analizar la evidencia científica actual sobre las consecuencias dermatológicas de los trabajadores expuestos a la RUV de origen solar. Se ha llevado a cabo una revisión de alcance en diferentes bases de datos como Embase, LILACS, IBECs y Medline. Se seleccionaron 12 artículos por nivel de evidencia y criterios de inclusión-exclusión cuyo contenido se expuso en categorías que comprenden: actividades laborales con mayor riesgo y patologías dermatológicas más frecuentes.

Resultados: Los trabajadores que realizan su actividad al aire libre son el grupo que presenta con mayor frecuencia patologías en la piel, junto con otros factores que pueden estar relacionados. La patología más frecuente referenciada en las publicaciones científicas analizadas es el cáncer de piel no melanocítico.

Conclusiones: Es conveniente realizar un seguimiento especial a los grupos laborales analizados expuestos a RUV solar a lo largo del tiempo, así como continuar investigando la asociación entre patologías dermatológicas de origen laboral, la exposición a RUV de origen solar y el estado de la capa de ozono, ya que son temáticas de interés global con gran impacto en la salud mundial.

Palabras clave: luz solar; radiación ultravioleta; enfermedades de la piel, cáncer; grupos ocupacionales; trabajadores.

Abstract

Introduction: Currently, ultraviolet radiation (RUV) is an important risk factor in the health of workers in a medium-long term, since its consequences can lead to skin disorders such as skin cancer.

Method: The main objective of the work is to analyze the current scientific evidence on the dermatological consequences of workers exposed to UVR of solar origin. A scoping review has been carried out in different databases such as Embase, LILACS, IBECs and Medline. 12 articles were selected by level of evidence and inclusion-exclusion criteria whose content was exposed in categories that include: work activities with greater risk and more frequent dermatological pathologies.

Results: Workers who carry out their activities outdoors are the group that most frequently presents skin pathologies, along with other factors that may be related. The most frequent pathology referenced in the scientific publications analyzed is non-melanocytic skin cancer.

Conclusions: It is advisable to carry out a special follow-up of the analyzed labor groups exposed to solar UVR over time, as well as to continue investigating the association between dermatological pathologies of occupational origin, exposure to solar UVR and the state of the ozone layer. since they are topics of global interest with great impact on world health.

Keywords: sunlight; ultraviolet radiation; skin diseases, cancer; occupational groups; workers.

Introducción

El Centro Nacional de Salud Ambiental de Estados Unidos define la RUV como “*una forma de radiación no ionizante emitida por el sol y fuentes artificiales.*” La RUV en sus tres vertientes comprende el intervalo de longitudes de onda desde los 100 nanómetros (nm) hasta los 399 nm. El intervalo de frecuencias que comprende la radiación UVA (315-399nm), no es absorbido por la capa de ozono, penetrando en la epidermis y dermis; la radiación UVB (280-314nm) es mayoritariamente absorbida por la capa de ozono, pero la atraviesa parcialmente llegando a la epidermis; mientras que la radiación UVC (100-279 nm) es completamente absorbida por la capa de ozono⁽¹⁾. Dentro de las patologías producidas por la RUV, la radiación UVA es uno de los factores más importantes de melanogénesis y enrojecimiento de la piel, aumentando el fotoenvejecimiento cutáneo y el desarrollo del melanoma de tipo maligno. A la radiación UVB se le atribuyen las reacciones fototóxicas en la piel (quemaduras solares), causando también un efecto carcinogénico⁽²⁾.

La disminución y destrucción de la capa de ozono está íntimamente relacionada con una mayor exposición a radiación solar y su componente de luz ultravioleta (UV) actuando como filtro de las radiaciones ultravioleta (RUV) de onda corta (alrededor de 290nm). Su deterioro puede provocar que deje de actuar como filtro de algunas, como las RUV-B (absorbe el 95%) e incluso comience a dejar de filtrar otras más nocivas como las RUV-C, aspecto que analizaremos más adelante⁽³⁾. La preocupación que suscita la destrucción de la capa de ozono, llevó a la comunidad internacional a poner en marcha iniciativas de concienciación y control como la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono del 22 de marzo de 1985, aprobada y firmada por 28 naciones. Como resultado, se crearía en 1987 el Protocolo de Montreal sobre sustancias que destruyen la capa de ozono⁽⁴⁾.

La RUV solar se encuentra presente en la vida diaria de muchos colectivos profesionales que trabajan a la intemperie como el sector agroalimentario; actividades lúdico-deportivas; construcción, entre otros grupos laborales que pueden estar expuestos a dicho factor⁽³⁾. Este tipo de trabajadores expuestos al aumento de la temperatura terrestre junto a la disminución de la capa de ozono, tienen incrementada la exposición a la RUV, con el consiguiente riesgo derivado de sufrir patologías dermatológicas⁽⁵⁾.

La RUV de origen solar se asocia a 2 tipos de cáncer:

- El cáncer de piel no melanocítico o no melanoma presenta una menor mortalidad que el melanocítico, pero de no tratarse, se extiende por el organismo comprometiendo la supervivencia del paciente. Se forma en la parte más interior de la epidermis (la capa externa de la piel) o en las células escamosas. Destacan los subtipos: carcinoma basocelular y carcinoma de células escamosas.
- El cáncer melanocítico o melanoma, es la forma de cáncer de piel más grave (causa >75% de muertes). Es un tipo de cáncer de piel que se origina en los melanocitos (las células que dan coloración a la piel).

Otras afecciones de la piel que pueden empeorar con la exposición a RUV solar son la queratosis actínica, la dermatomiositis y envejecimiento prematuro de la piel. La queratosis actínica se define como un crecimiento de la piel en áreas expuestas al Sol. Se clasifica como condición precancerosa y es factor de riesgo para el carcinoma de células escamosas. Por otra parte, la dermatomiositis se manifiesta en forma de sarpullido de color violeta o rojo oscuro. El envejecimiento prematuro de la piel es provocado por la exposición solar crónica, volviéndola gruesa, tensa y arrugada⁽⁶⁾.

Los trabajadores que están expuestos a esta radiación durante la jornada laboral deben tener en cuenta que además de efectos inmediatos, posee efecto acumulativo, pudiendo producir daños a lo largo del tiempo. Por tanto, a mayor grado de exposición, más probables serán a sus efectos nocivos, pudiendo verse aumentados por la radiación infrarroja que también es emitida por el Sol⁽⁷⁾.

Para determinar la peligrosidad de la exposición a la RUV, existe el denominado Índice de Radiación Ultravioleta (UVI). Este índice se organiza por

intervalos de valores que ayudan a saber qué protección debe llevar el trabajador⁽⁸⁾, teniendo en cuenta entre otros, su fototipo de piel. Dicha peligrosidad está regulada por la Norma DIN 5050 sobre tipos básicos de piel de la población europea, por el Reglamento (CE) n° 1223/2009 sobre cremas solares y

por el Anexo I del RD 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPI) para la cabeza, ojos, cara, manos y brazos cuando el trabajador se encuentra expuesto al sol⁽⁹⁻¹¹⁾.

En 2016, el Grupo de Trabajo en el Consenso Europeo declaró que existen numerosos estudios que afirman que los trabajadores expuestos a RUV tienen más probabilidades de desarrollar cáncer de piel no melanocítico, especialmente el carcinoma de células escamosas⁽¹²⁾. Es importante destacar que el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) cataloga la radiación solar como cancerígeno del grupo 1⁽¹³⁾.

En España, los fototipos más comunes son los fototipos II y III⁽¹⁴⁾, siendo catalogada según su latitud como zona de riesgo 3 (Moderado), con el código de colores HEX #f7e400 (Amarillo). Según el fototipo del trabajador, éste tendrá una Dosis Eritematógena Mínima (DEM), que determinará el tiempo máximo de exposición solar que no cause efectos nocivos en la piel si no se utiliza ningún tipo de protección⁽¹⁵⁾.

En cuanto al reconocimiento del cáncer de piel por exposición a RUV por exposición solar, el RD 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social no lo reconoce como enfermedad profesional⁽¹⁶⁾.

Objetivos

Por todo lo descrito anteriormente, el objetivo principal de este trabajo es analizar la evidencia científica más actual sobre las consecuencias dermatológicas de los trabajadores expuestos a la RUV de origen solar.

Objetivos específicos

- Identificar el tipo de actividad laboral con mayor riesgo a desarrollar alguna alteración dermatológica tras la exposición a RUV de origen solar.
- Exponer las patologías dermatológicas de mayor frecuencia asociadas a la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar en la literatura científica

Métodos

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática exploratoria (Scoping Review) que permita la consecución de los objetivos planteados anteriormente, para la cual se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos publicados entre 2010 y 2022 (última referencia de agosto del año 2021).

Los componentes de la pregunta de la revisión de acuerdo con la estrategia PECO (Población-Exposición-Comparador-Outcome/Resultado) de la investigación quedan así: Población trabajadora de interior/exterior (P), Exposición a RUV de origen solar (E) y efectos cutáneos (O).

Las bases de datos consultadas fueron Medline, LILACS, Embase e IBECs, utilizándose descriptores y ecuaciones de búsqueda. (Véase Tabla 1).

En base a criterios de inclusión y exclusión (Véase Tabla 2) y a variables metodológicas (Véase Tabla 3) se seleccionaron los artículos recuperados para su posterior lectura sistemática.

Los artículos se evaluaron independientemente por cada investigador una vez seleccionados los títulos y resúmenes, haciendo una puesta en común de las controversias y consensuando la pertinencia de su inclusión o descarte en la lectura sistemática, siguiendo los criterios de inclusión/exclusión anteriormente expuestos.

La recuperación a texto completo se realizó a través de la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud del Instituto de Salud Carlos III (Madrid), accediendo a las bases de datos que permitían la visualización del texto completo desde la conexión hospitalaria del Sistema Canario de Salud y a través de la Biblioteca Universitaria de la Laguna (Tenerife).

Tabla 1. Bases de datos y ecuación de búsqueda empleados.

Base de datos	Ecuación de búsqueda y descriptores
MEDLINE	<p>1° ("sunlight"[MeSH Terms] AND "occupational groups"[MeSH Terms] AND "skin diseases"[MeSH Terms]) AND ((humans[Filter]) AND (english[Filter] OR portuguese[Filter] OR spanish[Filter]) AND (2010:2022[pdat]))</p> <p>Otros filtros: Todos los tipos de estudios (Books and Documents) y en todos los formatos (resumen y completos gratis).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clinical Trial - Meta-Analysis - Randomized Controlled Trial - Review - Systematic Review <p>2° ("sunlight"[MeSH Terms] AND "skin diseases"[MeSH Terms] AND "nurses"[MeSH Terms] AND ("humans"[MeSH Terms] AND ("english"[Language] OR "portuguese"[Language] OR "spanish"[Language]))) AND ((humans[Filter]) AND (english[Filter] OR portuguese[Filter] OR spanish[Filter]) AND (2010:2022[pdat]))</p>
LILACS	<p>1° "salud de los TRABAJADORES" [Descriptor de asunto] and "CANCER DE PIEL" [Descriptor de asunto]</p> <p>2° "radiacion ultravioleta" [Descriptor de asunto] and "CANCER DE PIEL" [Descriptor de asunto] and "enfermedades de los TRABAJADORES agrícolas" [Descriptor de asunto]</p>
EMBASE	<p>1° 'occupational exposure'/de AND 'sun exposure'/de AND ([english]/lim OR [portuguese]/lim OR [spanish]/lim) AND [adult]/lim AND [humans]/lim AND [2010-2022]/py</p> <p>2° 'occupational exposure'/de AND 'sunlight'/de AND 'skin'/de AND ([english]/lim OR [portuguese]/lim OR [spanish]/lim) AND [adult]/lim AND [humans]/lim AND [2010-2022]/py</p>
IBECS	<p>CANCER AND PIEL AND TRABAJADORES*</p> <p>*Búsqueda por descriptores de Ciencias de la Salud.</p>

Tabla 2. Criterios de selección.

Variables	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos seleccionados	Estudios que relacionan trabajos en los que hay exposición a radiaciones solares y enfermedades de la piel.	
Tipos de diseño	- Estudios de cohortes - Casos y controles	- Artículos de opinión - Estudios no originales - Estudios transversales - Revisiones sistemáticas sin metaanálisis
Población	- Trabajadores con exposición a RUV solares. - Trabajadores de interior.	- N < 100.
Artículos publicados	Fecha > o = 2010	< 2010
Idioma	Inglés, portugués y castellano	Otros idiomas distintos al inglés, portugués y castellano
Duplicados		1 referencia (Embase y Medline)
Calidad metodológica	Estudios observacionales con una evaluación de calidad metodológica STROBE > 6 puntos en el apartado de metodología (ítems 4 al 12)	STROBE < 6 puntos en el apartado metodológico (ítems 4 al 12)

Tabla 3. Variables estudiadas.

Identificación	Método	Resultados y conclusiones
Título	Diseño	Resultados (HRs, RR, OR, IC 95%, p < 0,005)
Autor/es	Tamaño muestral	Puntuación media STROBE: 19 sobre 22 ítems
Año de publicación	Objetivos	
Lugar estudio	Variables de exposición	
Población (etnia, edad y actividad)	Variables de efecto	
.	Control de sesgos	.

Para la lectura sistemática se diseñó una tabla de síntesis que incluía entre otros, los siguientes aspectos: identificación del artículo, metodología y resultados (Véase Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de síntesis

TABLA DE SINTESIS		
<ul style="list-style-type: none">• Título del artículo identificado• Autor• DOI• Muestreo	<ul style="list-style-type: none">• Diseño metodológico• Diseño• Efecto estudiado	<ul style="list-style-type: none">• Resultados• País y año• Población• Factores estudiados

De cara a la calificación y valoración de la calidad de los artículos, se utilizó la Declaración STROBE para estudios observacionales de tipo Casos y Controles y Cohortes (corte de 6 puntos en el apartado de calidad metodológica, ítems 4 al 12), así como la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas y CONSORT para ensayos clínicos y otras revisiones (finalmente no se incluyó en nuestro estudio ninguno de estos tipos de artículos). La declaración PRISMA-Scr 2019 se utilizó como modelo para el redactado de nuestra propia Scoping Review, otorgándole una puntuación de 18/22, destacando la puntuación 6 sobre 8 en el apartado metodológico (ítems 5 al 13).

Resultados

La Tabla 5 muestra el número total de artículos recuperados en cada base de datos consultada tras aplicar las distintas ecuaciones de búsqueda, así como la secuencia utilizada para la selección de artículos incorporados a la revisión (Véase Figura 1).

Tabla 5. Número de artículos recuperados y seleccionados.

Bases de datos	Artículos recuperados	Artículos seleccionados
MEDLINE	1ª búsqueda: 75	2
	2ª búsqueda: 5	0
LILACS	1ª búsqueda: 5	0
EMBASE	1º búsqueda: 74	10
	2º búsqueda: 2	0
IBECS	1ª búsqueda: 6	0
Total de artículos	TOTAL: 167	TOTAL: 12

Se recuperaron un total de 167 referencias, de las cuales 140 fueron excluidas por no cumplir los criterios de inclusión y 1 por duplicada. De las 26 referencias restantes válidas para la revisión, se procedió a su lectura, eliminando 8 artículos por cumplir alguno de los criterios de exclusión (estudios transversales y revisiones sistemáticas sin metaanálisis). El mismo proceso se siguió en el último cribado, eliminando 6 artículos más. El número de artículos que se utilizó finalmente para su lectura sistemática e inclusión en nuestra scoping review fue un total de 12.

Desde el punto de vista del análisis metodológico, el tipo de diseño de los estudios incluidos en la revisión fueron: 3 estudios de cohortes y 9 estudios de casos-control, con un alcance total de unas 800.000 personas, de las cuales aproximadamente 100.000 eran trabajadores expuestos.

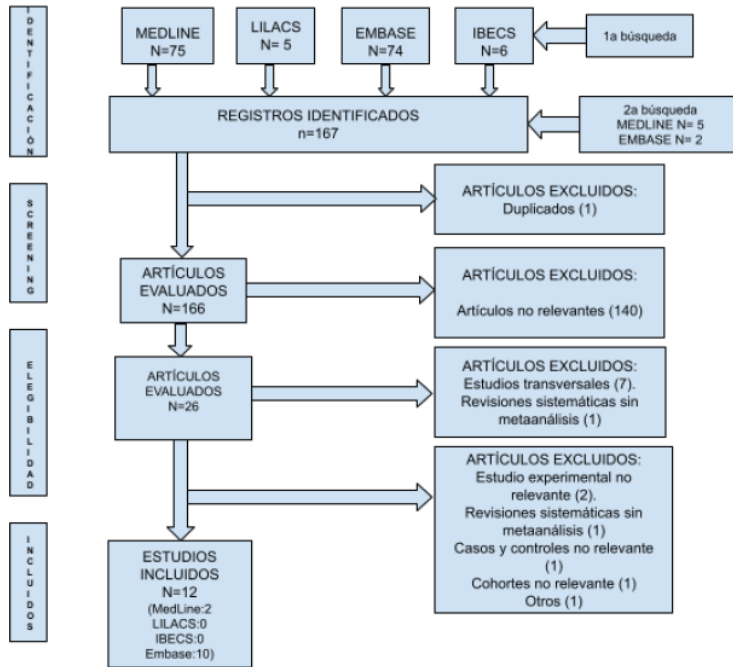


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

Los resultados más destacados de los estudios analizados son los siguientes:

Trakatelli et al⁽¹⁷⁾ (2016) en su estudio de casos y controles multicéntrico afirman que los trabajadores al aire libre presentan, entre otros, más signos de fotodermatosis (78,1%) que los trabajadores de interiores (65,5%). Además, los modelos de regresión logística multivariable muestran un riesgo significativamente mayor en agricultores/construtores con respecto a otros trabajadores que también se encuentran a la intemperie. Los resultados con IC 95% son: la queratosis actínica (OR para otros trabajadores a la intemperie=1,55; 1,09–2,18; OR agricultura/construcción=2,58 (1,93–3,44); carcinoma de células escamosas (OR otros trabajadores a la intemperie=1,32 (0,88–1,98); OR agricultura/construcción=2,77 (1,97–3,88); carcinoma basocelular (OR otros trabajadores a la intemperie= 1,53 (1,39–2,41); OR agricultura/construcción=1,83 (1,80–2,96)). En cuanto al cáncer melanocítico in situ, para trabajadores a la intemperie obtuvieron OR=1,38 (0,81–2,36) y para agricultores/construtores, OR= 1,14 (0,64–2,01). Para el cáncer melanocítico invasivo, para trabajadores a la intemperie, obtuvieron OR= 1.11 (0.79–1.55) y para agricultores/construtores, OR=1,37 (0,95–1,96). La OR en cáncer melanocítico fue igual a 1 en trabajadores de interior en cualquier caso.

Lindelöf et al⁽¹⁸⁾(2017) realizan un estudio de casos y controles donde observan un riesgo elevado de carcinoma basocelular para casi todas las categorías laborales estudiadas. Con IC 95%: abogados OR 2,69, dentistas OR 2,69 y médicos OR 2,47 son las profesiones con mayor riesgo para ambos sexos. Refieren que la incidencia de carcinoma basocelular en Suecia es similar entre trabajadores de exteriores-interiores.

Dos Santos et al⁽¹⁹⁾ (2012) en su estudio de cohortes sobre trabajadores aéreos de Reino Unido, obtienen que las tasas de melanoma cutáneo habían aumentado en las profesiones analizadas con respecto a otros estudios realizados anteriormente: tripulación de vuelo (SIR (IC 95%) = 1,87; 1,45–2,38) y controladores aéreos (SIR (IC 95%) = 2,66; 1,55–4,25). Concluyen que la piel que se quema fácilmente cuando se expone a la luz solar (p = 0,001) y tomar el sol para broncearse (p=0,07), son los factores de riesgo más fuertes de melanoma cutáneo en ambas profesiones.

Kachuri et al⁽²⁰⁾ (2017) estudian la asociación entre cáncer cutáneo y exposición a pesticidas, agentes sensibilizantes y radiación solar en una cohorte de 70.570 agricultores, evidenciando que en hombres y mujeres hubo un aumento de riesgo de melanoma (HR 1,15; IC 95% = 1,02-1,31), (HR 1,79; IC 95% = 1,17-2,73).

Fortes et al⁽²¹⁾ (2016) de un total de 800 participantes, 399 casos con diagnóstico de melanoma y 401 control, sugieren una interacción entre plaguicidas y exposición solar ocupacional (OR 1,98; IC 95% = 1,20-13,6), destacando que los sujetos expuestos tanto a pesticidas como a exposición solar a nivel ocupacional tienen mayor riesgo de melanoma que los no expuestos al sol a nivel ocupacional (OR 4,68; IC 95% = 1,29-17,0).

Ghiorzo et al⁽²²⁾ (2012), analizan el riesgo de padecer melanoma cutáneo con la presencia de ciertas variantes genéticas (CDKN2A positivo y CDKN2A negativo) y ambientales, en un total de 929 miembros a estudio (439 casos de melanoma cutáneo y 490 controles). Con respecto a la exposición solar ocupacional continua en personas con CDKN2A positivo y CDKN2A negativo, encontraron que aumentaba considerablemente el riesgo de melanoma cutáneo respectivamente (OR 6,86; IC 95% = 1,20-39,26) (OR 5,84; IC 95% = 2,08-16,45).

Kitchener et al⁽²³⁾ (2021) estudian 5.780 casos con algún tipo de cáncer, melanocítico y/o queratinocítico (no melanocítico) (basocelular y/o escamoso) y 5.409 controles, no encontrando riesgo significativo entre padecer cáncer melanocítico y el ser agricultor con respecto a otras profesiones (OR 1,07; IC 95% = 0,7-1,7). Sí encuentran relación respecto a cáncer queratinocítico (basocelular y/o escamoso) y ser agricultor (OR 2,65; IC 95% = 2,2-3,1).

Ferreira et al⁽²⁴⁾ (2017) investigan a 245 trabajadores trasplantados de riñón, 64 casos con algún tipo diagnóstico de cáncer no melanocítico (basocelular y/o escamoso) y 181 controles. Obtienen que los que habían tenido una exposición solar laboral tienen mayor riesgo significativo de cáncer no melanocítico que los trabajadores de interiores (OR 4,1; IC 95% = 2,1-8,1), mayor riesgo si exposición recreativa solar durante todo el día (OR 3,0; IC 95% = 1,4-6,1); mayor riesgo si >50 años respecto más jóvenes (OR 5,4; 95% = 2,3-12,9); mayor riesgo si fototipo I-III (OR 3,7; IC 95% = 1,6-8,7); y mayor riesgo si duración del trasplante >80 meses respecto a trasplantados recientes (OR 3,3; IC 95% = 1,6-6,5).

Kenborg et al⁽²⁵⁾ (2010) en su estudio de casos y controles, donde 52.573 casos tenían algún tipo de cáncer melanocítico, no melanocítico (basocelular y/o escamoso) y/o cáncer de labio y 67.283 control sin diagnóstico, encuentra que trabajadores al aire libre durante >10 años tienen riesgo aumentado de cáncer de piel no melanoma con respecto a trabajadores de interior o con menos años de exposición laboral (OR 0,83; IC 95% = 0,77-0,88). Los trabajadores de exterior mostraron que la situación anatómica del cáncer de piel anteriormente nombrados era principalmente en tronco, extremidades superiores o inferiores (OR oscilante de 0,36 a 0,86 con IC al 95%).

Szewczyk et al⁽²⁶⁾ (2016) realizan un estudio de cohortes retrospectivo con una muestra de 312 pacientes tratados por carcinoma basocelular en el Greater Poland Cancer Center entre los años 2007-2013, de los cuales 102 eran agricultores. Obtienen mayor recurrencia de la enfermedad en agricultores (OR 5,94; IC 95% = 2,86-12,33) y mayor presencia de la misma en nariz y mejillas comparados con la población general (OR 2,19; IC 95% = 1,35-3,57).

Vuong et al⁽²⁷⁾ (2013) analizan el riesgo de melanoma relacionado con la exposición solar ocupacional en 2 estudios casos y controles con una muestra total de 2.371 trabajadores. No encuentran una asociación consistente entre exposición solar ocupacional y la aparición de melanoma. Encuentran cierta relación con la exposición a radiación solar de forma irregular, es decir, alta entre semana y baja los fines de semana y viceversa (OR=1,23; 95%, IC:0,89-1,71) con respecto a exposición más regular, aunque no es estadísticamente significativa. La asociación entre la enfermedad y la exposición solar ocupacional también parece ser más relevante si se realiza el análisis teniendo en cuenta todos los casos de enfermedad sin separarlos por zonas anatómicas (OR 1,22, IC 95% = 0,82-1,81) (tampoco es significativa). Sin embargo, aunque estas dos últimas asociaciones que hace el estudio no lleguen a ser estadísticamente significativas, estudios con mayor precisión pueden mostrar que dichas asociaciones existen.

Parks et al⁽²⁸⁾ (2020) llevan a cabo un estudio de casos y controles relacionando las RUV y la aparición de dermatomiositis, en una muestra de 1.350 personas incluidas en el registro nacional de miositis de Estados Unidos. Destaca no significativamente que personas con trabajos con alta exposición solar tienen riesgo aumentado de padecer dermatomiositis en comparación con las otras enfermedades a estudio (OR 1,36; IC 95% = 0,96 -1,93), siendo esta asociación mayor en hombres (OR=1,70; IC 95% = 1,00-2,90), aunque tampoco es un resultado significativo. Sí encuentran asociación significativa entre aparición de la enfermedad y haber tenido dos o más quemaduras solares en el año previo al diagnóstico (OR= 1,77; IC 95% = 1,28-2,43).

Discusión

A continuación, se procede a discutir los resultados de los diferentes estudios en función de los objetivos que abarcan, enfrentándolos y comparándolos entre ellos.

La discusión se ha estructurado según los 2 objetivos específicos formulados.

En relación al primer objetivo específico: Actividades laborales con mayor riesgo a desarrollar alguna alteración dermatológica tras la exposición a RUV de origen solar.

Estudios como el de Trakatelli et al⁽¹⁷⁾, afirman que los trabajadores al aire libre tienen mayor riesgo de padecer cáncer no melanocítico y queratosis actínica comparado con los de interior, independientemente de sus actividades de ocio. Concluyen que los trabajadores de exterior tienen más signos de fotoenvejecimiento que los de interior (78,1% vs. 65,5%). En esta línea concuerdan Kenborg et al⁽²⁵⁾, añadiendo además que agricultores y trabajadores de la construcción con exposición solar continua durante más de 10 años, tienen un 45% menos riesgo de cáncer no melanocítico respecto a trabajadores con exposiciones intermitentes. Vuong et al⁽²⁷⁾ también afirman que existe mayor riesgo en aquellos trabajadores con exposiciones intermitentes en comparación con aquellos que tienen patrones regulares, aunque no es un riesgo estadísticamente significativo. El tipo de exposición (continua vs intermitente) fue sugerido también en el estudio de Dos Santos et al⁽⁴⁹⁾, donde obtuvieron mayor incidencia de cáncer melanocítico en tripulantes de vuelo, relacionándolo posteriormente con posibles sesgos como tomar el sol durante las escalas entre vuelos de forma intermitente.

Los resultados de 3 primeros estudios anteriormente nombrados ^(17,25,27), contrastan con uno de los estudios analizados, el realizado en Suecia por Lindelöf et al⁽¹⁸⁾ que determinan mayor riesgo de cáncer basocelular en trabajadores de interior (dentistas y médicos) con respecto a profesionales que trabajaban en exterior (jardineros, granjeros o pescadores). Al profundizar en el estudio, los autores reflejan que los resultados fueron debidos a la exposición solar intermitente que tenían los trabajadores durante su tiempo de ocio, variable que no habían tenido en cuenta controlar cuando comenzaron su estudio. Este estudio sí puede apreciarse como complementario al de Dos Santos et al⁽⁴⁹⁾ ya que ambos concluyen que es la influencia del ocio con exposición solar el que tiene relación con las patologías cutáneas ya sea cáncer melanocítico o no melanocítico (basocelular) en trabajadores de interior.

Szewczyk et al⁽²⁶⁾ detectan que el 33% de pacientes tratados por carcinoma basocelular en Polonia son agricultores, aunque representan solo el 12,9% de la población del país. Esto reafirma los estudios de Kachuri et al⁽²⁰⁾ y Fortes et al⁽²¹⁾ que también tratan sobre agricultores, estimando un alto riesgo de padecer cáncer melanocítico y cáncer de labio, en relación a la exposición a RUV. Fortes et al⁽²¹⁾ señalan además una posible sinergia entre riesgo de cáncer melanocítico y exposición a pesticidas, resultados que también reflejan Kachuri et al⁽²⁰⁾ en su estudio también realizado sobre agricultores.

En relación al género de los trabajadores, Parks et al⁽²⁸⁾ observan en su estudio que los hombres son más propensos que las mujeres a exposiciones laborales de riesgo por RUV, aspecto que coincide con un ensayo clínico aleatorio (no incluido en la revisión) llevado a cabo en norteamérica por Duffy et al⁽²⁹⁾, donde el perfil de trabajador que menos hábitos de protección solar tiene es el de hombres jóvenes con barreras para acceder a métodos de protección solar.

Respecto al objetivo específico 2: Patologías dermatológicas de mayor frecuencia asociadas a la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar en la literatura científica.

En esta scoping review, 6 de los 12 estudios revisados abordan la problemática del cáncer de piel de tipo no melanocítico^(17,18,23-26). (Véase Tabla 6).

Tabla 6. Estudios que analizan el cáncer no melanocítico (basocelular y escamoso).

Autor	Año	Diseño	Muestra	Medida de asociación	Puntuación STROBE
Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E, EPI- DERM group.	2016.	Casos y controles multicéntrico.	3.279.	Otros trabajadores a la intemperie= OR: 1,32 (1,32-2,77) Agricultura/construcción = OR: 2,77 (1,97-3,88) Otros trabajadores a la intemperie= OR: 1,53 (1,39-2,41) Agricultura/construcción = OR: 1,83 (1,80-2,96)	20/22
Szewczyk.M, Pazdrowski J, Golunski P, Danczak-Pazdrowska A, Luczewski L, Marszalek S.	2015.	Cohortes retrospectivo.	312 (102 agricultores y 210 no agricultores)	Carcinoma en nariz y mejilla = OR: 2.19 (1,35-3,57) Comienzo más temprano de la enfermedad = OR: 0.90 (0,88-0,93) Recurrencia de la enfermedad = OR: 5.94 (2,86-12,33)	17/22
Ferreira R, Ogawa M.M., Nascimento L.F.C., Tomimori J.	2017.	Casos y controles.	64 Casos. 181 Controles.	OR = 4,1 (2,1-8,1)	19/22
Kenborg L, Jørgensen AD, Budtz-Jørgensen E, Knudsen LE, Hansen.	2010.	Casos y controles.	52573 casos. 67283 controles.	OR = 0,83 (0,77- 0,88)	19/22
Lindelof B, Lappins J, Dal H.	2017	Casos- controles	74.247 casos. 574.055 controles	Abogados = OR: 2.69 (2,36-3,06) Dentistas = OR: 2,69 (2,35- 3,08) Médicos= OR: 2,47 (2,24-2,74)	20/22
Kitchener S, Piniyapathirage J, Hunter K.	2021.	Casos y controles.	5780 casos. 5409 controles.	Agricultores= OR: 2,65 (2,2-3,1)	17/22

Dentro del cáncer no melanocítico, el de tipo basocelular es objeto de estudio en los 6 artículos anteriormente nombrados^(17,18,23-26), representando un 50% del total. Haciendo referencia al otro tipo de cáncer no melanocítico, el de tipo escamoso, es estudiado en 5 de los 12 estudios analizados^(17,18,23-25), representando un 41% del total.

Respecto al cáncer melanocítico, 8 de los 12 estudios de esta scoping review, incluidos algunos de los anteriormente vistos que abarcan varios tipos de cáncer, abordan esta patología^(17,19-23,25,27). (Véase Tabla 7). Representan un 66% del total.

Tabla 7. Estudios que analizan el cáncer melanocítico.

Autor	Año	Diseño	Muestra	Medida de asociación	Puntuación STROBE
Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E, EPIDERM group	2016.	Casos-contróles multicéntrico	Total Casos: 1728 casos de cáncer de piel (910 trabajaron al aire libre) Total Contróles: 1551 contróles (506 trabajaron al aire libre) N Total: 3.279.	Melanoma in situ Interior OR= 1 Otros exterior: OR: 1.38 (0,81-2,36) Agricultores/construtores OR=1.14 (0,64-2,36) Melanoma Invasivo Interior OR=1 Otros exterior OR= 1.11 (0,79-1,55) Agricultores/construtores OR= 1.37 (0,95-1,96)	20/22
Dos Santos Silva I, De Stavola B, Pizzi C, Evans AD, Evans SA	2012.	2 muestras de Cohortes.	Cohorte tripulación: 16329. Cohorte controladores aéreos: 3165.	Melanoma cutáneo SIR 1= 1,87 (1,45-2,38) SIR 2= 2,66 (1,55-4,25)	22/22
Vuong K McGeechan K, Armstrong B,K, AMFS Investigators, GEM Investigators, Cust A.E.	2013.	2 muestras de Casos y contróles.	Total casos: 1667. Total contróles: 2653.	Exposición solar ocupacional y melanoma en cuello y cara= OR: 0.56 (0,36-0,86) Exposición solar ocupacional y melanoma en MMSS= OR: 0.66 (0,42-1,02) Exposición solar >8h y riesgo de melanoma= OR: 1,22 (0,82- 1,81) Exposición solar de forma regular (fines de semana y laborables) y riesgo de melanoma= OR: 0.99 (0,67-1,469) Exposición solar de forma irregular y melanoma= OR: 1.23 (0,89-1,71)	19/22
Kitchener S, Pinidiyathirage J, Hunter K.	2021.	Casos y contróles.	5780 casos. 5409 contróles.	Melanoma cutáneo OR: 1,07 (0,7-1,7)	17/22
Kenborg L, Jørgensen AD, Budtz-Jørgensen E, Knudsen LE, Hansen.	2012.	Casos y contróles.	52573 casos. 67283 contróles.	Melanoma cutáneo OR: 0,97 (0,84-1,11)	19/22
Kachuri L., Harris M.A., MacLeod J.S., Tjepkema M., Peters P.A., Demers P.A.	2017.	Cohortes.	9515.	Melanoma cutáneo Hombres= HR: 1,15 (1,02-1,31) Agricultores= HR: 1,79 (1,17-2,73)	22/22

Autor	Año	Diseño	Muestra	Medida de asociación	Puntuación STROBE
Fortes C, Mastroeni S, Segatto M, Hohmann C, Miligi L, Bakos L.	2016.	Casos y control.	399 casos. 401 control.	Melanoma cutáneo: Uso de plaguicidas durante 10 años o más= OR: 7,40 (1,91-28,7) Exposición al menos a dos tipos de pesticidas= OR: 4,04 (0,49-8,03) Interacción entre plaguicidas y la exposición solar ocupacional= OR: 1,98 (1,20-13,6) Expuestos a pesticidas con exposición solar a nivel ocupacional y no expuestos a sol a nivel ocupacional= OR: 4,68 (1,29-1,70).	20/22
Ghiorzo P, Bonelli L, Pastorino L, Bruno W, Barile M, Andreotti V et al.	2012	Casos-control	439 casos 490 controles	Los nevus cutáneos y riesgo de melanoma cutáneo si gen CDKN2A += OR: 2,44 (1,25-4,54) Fototipo I y II en gen CDKN2A + y melanoma= OR: 1,98 (0,7-5,58) Fototipo I y II en gen CDKN2A - y melanoma= OR: 1,45 (0,92-2,29) Exposición ocupacional continua con presencia del gen CDKN2A + y melanoma cutáneo= OR: 6,86 (1,20-39,26) y CDKN2A - melanoma cutáneo= OR: 5,84 (2,08-16,45) Quemaduras solares a edades muy tempranas < 10 años con gen CDKN2A + y melanoma cutáneo= OR: 3,28 (0,95-11,31) y CDKN2A - melanoma cutáneo= OR: 2,40 (1,35-4,29) Uso de protección solar y riesgo de padecer melanoma cutáneo con gen CDKN= OR: 0,37 (0,22-0,63).	18/22

Por último, 2 de los 12 estudios analizan enfermedades dermatológicas precancerígenas y/o paraneoplásicas ^(17,28). (Véase Tabla 8). Se trata de la queratosis actínica, analizada por Trakatelli et al⁽¹⁷⁾ y la dermatomiositis, analizada por Parks et al⁽²⁸⁾. Ambas patologías por separado representan aproximadamente un 8,3%, alrededor de 16% del total.

Tabla 8: Estudios que analizan enfermedades dermatológicas precancerígenas y/o paraneoplásicas.

Autor	Año	Diseño	Muestra	Medida de asociación	Puntuación STROBE
Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E, EPIDERM group.	2016.	Casos-controlés multicéntrico.	3.279.	Riesgo de padecer queratosis actínica: -Otros trabajadores a la intemperie= OR: 1,55 (1,09-2,18) -Agricultura/construcción= OR: 2,58 (1,93-3,44)	20/22
Parks CG, Wilkerson J, Rose KM, Faiq A, Noroozi P, Farhadi P, Long CS.	2020	Casos y controles retrospectivo.	1350.	-Riesgo de padecer dermatomiositis con alta exposición laboral en comparación con otras miositis= OR: 1,36 (0,96-1,93) -Riesgo elevado dermatomiositis por quemadura en 1 año antes del diagnóstico= OR: 1,44 (1,06-1,95). -Riesgo elevado dermatomiositis por 2 o más quemaduras en 1 año antes del diagnóstico= OR: 1,77 (1,28-2,43).	19/22

De manera ordenada según frecuencia, tenemos como principal patología representativa del total de artículos al cáncer melanocítico con un 66%, al cáncer basocelular con un 50%, al cáncer escamoso con un 41%, a la queratosis actínica con un 8% y a la dermatomiositis con un 8%.

Limitaciones del estudio

Como limitaciones en nuestro estudio, resaltamos la escasez de artículos sobre cáncer de piel por RUV solares en trabajadores, en comparación con estudios realizados sobre población general.

Subrayamos también la dificultad manifiesta de los diferentes autores para diferenciar/controlar las exposiciones laborales a RUV solares respecto de las exposiciones recreativas, siendo estas últimas el mayor sesgo encontrado durante el estudio.

Conclusiones

La revisión panorámica realizada permite tener un conocimiento actualizado sobre la influencia de la RUV de origen solar y la exposición laboral, permitiendo conseguir el objetivo general planteado al comienzo del estudio.

En relación al primer objetivo, con la literatura científica revisada se evidencia que los trabajadores que con más frecuencia presentan patologías de la piel son aquellos que trabajan al aire libre (agricultores, jardineros, trabajadores de la construcción, etc.), siendo el perfil principal el de hombres con varios años de desempeño en el puesto, así como los trabajadores que tienen exposición solar de manera intermitente ya sea laboral o en su tiempo ocio (controladores aéreos, tripulantes de vuelo, etc.),

Respectivamente, las patologías más frecuentes de la literatura analizada son el cáncer melanocítico, el cáncer basocelular, el cáncer escamoso, la queratosis actínica y la dermatomiositis.

Los resultados de los artículos revisados evidencian que, además del nivel de RUV de origen solar recibido por los trabajadores y la variable tiempo de exposición, es necesario asegurar que la anamnesis clínico-laboral refleje factores como el uso de fitosanitarios en el trabajo, inmunosupresión, exposición solar recreativa, hábitos de protección, número de años desempeñando el trabajo, etc. Hay que tener en cuenta también factores intrínsecos del trabajador que afectan a su sensibilidad a los rayos UV, como edad, sexo, genética y fenotipo.

Estas conclusiones nos conducen a recomendar acciones preventivas dirigidas a proteger al trabajador. Basándonos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, se deben llevar a cabo medidas que eviten y/o combatan los riesgos que entraña el puesto de trabajo desempeñado, destacando la necesidad de generar campañas de sensibilización por parte de agentes sanitarios o preventivos, además de aportar gratuitamente y formar a los trabajadores para el uso correcto de los equipos de protección individual, como las cremas de protección solar ^(30,11).

Señalamos la necesidad de que la enfermera especialista del trabajo domine una metodología que adecue la crema solar y otras medidas preventivas al perfil del trabajador, aumentando su formación sobre esta problemática, equiparando sus conocimientos a los de enfermeras de unidades dermatológicas u oncológicas. Haciendo referencia a la protección de la salud de los grupos laborales con exposición a RUV de origen solar, abogamos por realizar un seguimiento especial a dichos grupos a lo largo del tiempo, así como continuar investigando la asociación entre patologías dermatológicas de origen laboral, la exposición a RUV de origen solar y el estado de la capa de ozono, ya que son temáticas de interés global con gran impacto en la salud mundial.

Bibliografía

1. CDC español. Radiación UV. Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. 2021 [citado el 2 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/radiacionuv/index.html>
2. Collantes-Jara JM. Efectos de la radiación solar en la piel. Bvsalud.org. [Internet]. 2015 [citado el 20 de enero de 2023]. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ecuador/2015/equ-7043/equ-7043-220.pdf>
3. Macri IM, Gustavo C, Morón D, Del Pilar DE, Médica R, En Medicina Del Trabajo-Ceisat E, et al. Exposición a radiaciones ultravioletas: Guía de actuación y diagnóstico de enfermedades profesionales [Internet]. 2019 [citado el 2 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2_guia_de_actuacion_y_diagnostico_-_exposicion_a_radiaciones_ultravioletas_.pdf
4. Naciones Unidas. Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono: Cooperación global para proteger la vida en la tierra [Internet]. [citado el 20 de enero de 2023]; Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/ozone-day>
5. Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático. Cambio Climático: Bases Físicas Guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC Grupo de trabajo I [Internet]. 2021 [citado el 2 de julio de 2022]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/ca/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/ipcc-guia-resumida-gt1-bases-fisicas-ar6_tcm34-533081.pdf
6. Us Epa OA. Efectos de la radiación UV en la salud [Internet]. 2016 [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-de-la-radiacion-uv-en-la-salud>
7. INSST - Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sector marítimo pesquero. Radiaciones [Internet]. 2022 [citado el 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.insst.es/materias/sectores-de-actividad/maritimo-pesquero/riesgos-fisicos/radiaciones>
8. Guía de Protección Solar. Gobierno de Canarias.org [Internet]. 2002 [citado el 15 de agosto 2022]. Disponible en: <https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/088beb-5792-11e9-be66-13e59869ea20/Fotoproteccion.pdf>
9. BOE-A-1997-12735 Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. 1997 [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-12735>
10. Javier A, Aguilera C, Higuera JE, Manuel C, González R, Álva- EA, et al. El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. Medicina y Seguridad del Trabajo (Madrid) [Internet]. 2011;57(Índice UV en el ámbito laboral):12. [Citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2011000400006
11. Europea U (Amimal T. Diario Oficial de la Unión Europea L 342/59 REGLAMENTO (CE) N. D Of la Unión Europea [Internet]. 2009;2009(9):59-209. [Citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/doi/2009/342/L00059-00209.pdf>
12. John SM, Trakatelli M, Gehring R, Finlay K, Fionda C, Wittlich M, et al. CONSENSUS REPORT: Recognizing non-melanoma skin cancer, including actinic keratosis, as an occupational disease - A Call to Ac-

tion. *J Eur Acad Dermatol Venereol* [Internet]. 2016 [citado el 15 agosto de 2022];30:38–45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26995022/>

13. Cortés Aguilera AJ, Enciso Higuera J, Reyes González CM, Arriaga Álvarez E, Romero Melchor C, Ribes Febles J, et al. El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. *Medicina y Seguridad del Trabajo* (Madrid) [Internet]. 2011 [citado el 15 de agosto de 2022];57(225):319–30. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2011000400006>

14. Interpretación - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España [Internet]. [citado el 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv/ayuda>

15. Boffetta P, Pearce N, Saracci R, Kogevinas M, Wilbourn J, Armstrong BK. Cáncer. *Insst.es*. 2006 [citado el 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+2.+C%C3%A1ncer>

16. BOE-A-2006-22169 Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. 2006 [citado el 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/11/10/1299/con>

17. Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E, EPIDERM group. Skin cancer risk in outdoor workers: a European multicenter case-control study. *J Eur Acad Dermatol Venereol* [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2023];30 Suppl 3:5–11. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=18&page=2&id=L609166346>

18. Lindelöf B, Lapins J, Dal H. Shift in Occupational Risk for Basal Cell Carcinoma from Outdoor to Indoor Workers: A Large Population-based Case-control Register Study from Sweden. *Acta Derm Venereol* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2023]; 97(10):830–3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28358170/>

19. Dos Santos Silva I, De Stavola B, Pizzi C, Evans AD, Evans SA. Cancer incidence in professional flight crew and air traffic control officers: disentangling the effect of occupational versus lifestyle exposures. *Int J Cancer* [Internet]. 2013 [citado el 2 de febrero de 2023];132(2):374–84. Disponible en : <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=14&page=2&id=L52026517>

20. Kachuri L, Harris MA, MacLeod JS, Tjepkema M, Peters PA, Demers PA. Cancer risks in a population-based study of 70,570 agricultural workers: results from the Canadian census health and Environment cohort (CanCHEC). *BMC Cancer* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2023];17(1):343. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=11&page=2&id=L616283441>

21. Fortes C, Mastroeni S, Segatto M M, Hohmann C, Miligi L, Bakos L, et al. Occupational exposure to pesticides with occupational sun exposure increases the risk for cutaneous melanoma. *J Occup Environ Med* [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2023];58(4):370–5. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=21&page=2&id=L610118623>

22. Ghiorzo P, Bonelli L, Pastorino L, Bruno W, Barile M, Andreotti V, et al. MC1R variation and melanoma risk in relation to host/clinical and environmental factors in CDKN2A positive and negative melanoma patients [Internet]. 2012 [citado el 2 de febrero de 2023];21(9):718–20. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=17&page=2&id=L52093532>

23. Kitchener S, Pinidiyapathirage J, Hunter K. Are farmers more likely to develop skin cancer? *Rural Remote Health* [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2023];21(3):5711. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34344158/>

24. Ferreira R, Ogawa MM, Nascimento LFC, Tomimori J. Risk factors for nonmelanoma skin cancer in renal transplant recipients : a case – control study from a reference outpatient clinic in Southeast Brazil. *Int Soc Dermatology* [Internet]. 2017[citado el 2 de febrero de 2023];56(Ci):154–60. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=12&page=2&id=L614032434>

- 25.** Kenborg L, Jørgensen AD, Budtz-Jørgensen E, Knudsen LE, Hansen J. Occupational exposure to the sun and risk of skin and lip cancer among male wage earners in Denmark: a population-based case-control study. *Cancer Causes Control* [Internet]. 2010 [citado el 2 de febrero de 2023];21(8):1347–55. Disponible en: <https://www.embase.com/records?subaction=viewrecord&rid=24&page=2&id=L50870550>
- 26.** Szewczyk M, Pazdrowski J, Golusiński P, Dańczak-Pazdrowska A, Łuczewski Ł, Marszałek S, et al. Basal cell carcinoma in farmers: an occupation group at high risk. *Int Arch Occup Environ Health* [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2023];89(3):497–501. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26464316/>
- 27.** Vuong K, McGeechan K, Armstrong BK, AMFS Investigators, GEM Investigators, Cust AE. Occupational sun exposure and risk of melanoma according to anatomical site: Occupational Sun Exposure and Risk of Melanoma. *Int J Cancer* [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2023];134(11):2735–41. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&rid=6&page=2&id=L52897069>
- 28.** Parks CG, Wilkerson J, Rose KM, Faiq A, Noroozi Farhadi P, Long CS, et al. Association of ultraviolet radiation exposure with dermatomyositis in a national myositis patient registry. *Arthritis Care Res (Hoboken)* [Internet]. 2020 [citado el 10 de febrero de 2023];72(11):1636–44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31478597/>
- 29.** Duffy SA, Hall SV, Tan A, Waltje AH, Cooper SA, Heckman CJ. The Sun Solutions intervention for Operating Engineers: A randomized controlled trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* [Internet]. 2018 [citado el 10 de Febrero de 2023]; 27(8):864-73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29954736/>
- 30.** BOE-A-1995-24292 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales [Internet]. Boe.es. [citado el 27 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-24292>

Anexo

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E, EPI-DERM group.	Skin cancer risk in outdoor workers: a European multicenter case-control study.	Varios países europeos, 2016.	10.1111/jdv.13603	Casos-controles multicéntrico	Trabajadores de la construcción, agricultura y otras actividades a la intemperie y trabajadores de interior.	Muestra de 3.279 trabajadores. Trabajador en el exterior N = 1.416. En el interior N = 1.863.	Carcinoma basocelular. Carcinoma de células escamosas. Melanoma. Queratosis actínica.	Fototipo. Uso de protección solar. Hobbies al aire libre Nivel educativo Comprensión de información médica Trabajo a la intemperie o en interiores.	Análisis descriptivo. Cálculo de la OR mediante regresión logística.	Los trabajadores al aire libre presentaron más signos de fotodermatosis (78,1 % frente a 65,5 %). -Queratosis actínica (OR para otros trabajadores a la intemperie= 1,55 OR agricultura/construcción = 2,58). -Carcinoma de células escamosas (OR otras trabajadores a la intemperie= 1,32. OR agricultura/construcción =2,77). -Carcinoma basocelular (OR otros trabajadores a la intemperie= 1,53, OR agricultura/construcción = 1,83).
Lindelof B, Lapins J, Dal H.	Shift in Occupational Risk for Basal Cell Carcinoma from Outdoor to Indoor Workers: A Large Population-based Case-control Register Study from Sweden.	Suecia, 2017	10.2340/00015555-2660	Casos-controles	Trabajadores al aire libre y trabajadores de interior	Muestra de 648.302 trabajadores. Casos: 74.247 con carcinoma basocelular. Controles: 574.055 sujetos de población general.	Carcinoma basocelular.	Trabajo al aire libre o en interiores Edad Nivel socioeconómico. Lugar de residencia.	Análisis estadístico. Cálculo de la OR mediante regresión logística condicional con un 95% de Intervalo de Confianza.	Abogados: OR 2,69. Dentistas OR 2,69. Médicos OR 2,47.

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Dos Santos Silva I, De Stavola B, Pizzi C, Evans AD, Evans SA.	Cancer incidence in professional flight crew and air traffic control officers: Disentangling the effect of occupational versus lifestyle exposures.	Reino Unido, 2012.	10.1002/ijc.27612	Estudio cohortes.	Tripulantes de vuelo y controladores aéreos.	Muestra de 19.494 trabajadores Una cohorte de 16.329 tripulantes de vuelo y otra cohorte de 3.165 controladores aéreos.	Melanoma cutáneo.	Hábitos tóxicos (tabaco, alcohol). Tipo de piel. Horas de vuelo acumuladas. Turnos nocturnos. Horas de bronceado. Uso de fotoprotección solar.	Análisis estadístico. Cálculo de la razón de tasas de incidencia mediante regresión de Poisson con un intervalo de confianza de un 95%.	La incidencia general de todos los tipos de cáncer que analizaron fue 20-29% menor en cada profesión con respecto a la población general [SIR (95% IC) = 0,33 (0,27-0,38) y [SIR (95% IC) = 0,42 (0,28-0,60), para la tripulación de vuelo y los controladores aéreos respectivamente]. Por otra parte, tasas de melanoma cutáneo aumentaron en ambas profesiones: tripulantes de vuelo (SIR 1,87; IC del 95% 1,45-2,38) y controladores aéreos (2,66; 1,55-4,25). La piel que se quema fácilmente cuando se expone a la luz solar (p = 0,001) y tomar el sol para broncearse (p= 0,07) fueron catalogados como los factores de riesgo más fuertes de melanoma cutáneo en ambas profesiones.
Szewczyk.M, Pazdrowski J, Golunski P, Danczak- Pazdrowska A, Luczewski L, Marszalek S.	Basal cell carcinoma in farmers: an occupation group at high risk.	Polonia, 2015.	10.1007/s00420-015-1088-0	Cohortes retrospectivo.	Pacientes tratados por carcinomas basocelulares en el greater poland cancer center entre los años 2007-2013, divididos en agricultores y no agricultores.	Muestra de 312 (102 agricultores y 210 no agricultores). Muestreo por conveniencia.	Carcinoma basocelular.	Trabajo al aire libre (agricultores). Edad. Sexo.	Cálculo de OR mediante Chi-Cuadrado utilizando la aproximación de Woolf.	Comparación entre agricultores y no agricultores. Carcinoma en nariz y mejilla: OR: 2.19; 95 % CI (1.35-3.57). Comienzo más temprano de la enfermedad: OR 0.90, 95 % CI (0.88-0.93). Recurrencia de la enfermedad: OR 5.94; 95 % CI (2.86-12.33).

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Vuong K McGeechan K, Armstrong B,K, AMFS Investigators, GEM Investigators, Cust A.E.	Occupational sun exposure and risk of melanoma according to anatomical site	Australia 2013	10.1002/ijc.28603	2 estudios de casos y controles.	-AMFS: Casos con diagnóstico previo de melanoma y controles sin dicho diagnóstico. -GEM: Casos con reincidencia actual de melanoma y controles con solo 1 diagnóstico anterior de la enfermedad.	Muestra de 1667 casos y 2653 controles (total muestra: 4320). ·AMFS: Muestreo por conveniencia. ·GEM: Muestreo por conveniencia	Melanoma cutáneo.	Exposición solar laboral. Quemaduras. Exposición solar recreativa.	Cálculo de OR mediante regresión logística.	- Exposición solar laboral y melanoma en cuello y cara: OR: 0,56 95% CI: (0,36-0,86). - Exposición solar ocupacional y melanoma en miembros superiores: OR: 0,66, 95% CI: (0,42-1,02). - Exposición solar >8h y riesgo de melanoma: OR: 1,22, 95%, CI: (0,82-1,81). - Exposición solar de forma regular (fin de semana y laborables) y riesgo de melanoma: OR: 0,99 95%, CI: (0,67-1,46). - Exposición solar de forma irregular (alta laborables y baja los fines de semana y viceversa) y riesgo de melanoma: OR: 1.23, 95%, CI: (0,89-1,71).

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Parks CG, Wilkerson J, Rose KM, Faiq A, Noroozi Farhadi P, Long CS.	Association of Ultraviolet Radiation Exposure with Dermatomyositis in a National Myositis Patient Registry.	Estados Unidos 2020..	10.1002/acr.24059	Casos y controles retrospectivo.	Adultos incluidos en el registro nacional de miositis de Estados Unidos.	N= 1350. Muestreo por conveniencia. (638 casos diagnosticados con Dermatomyositis y , 712 controles diagnosticados con otros tipos de miositis)	Dermatomyositis.	Quemaduras. Exposición solar ocupacional. Sexo. Exposición solar recreativa.	Cálculo de OR mediante regresión logística.	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de padecer dermatomyositis relacionado con un trabajo con alta exposición solar con respecto a trabajos de baja exposición: OR: 1,36; IC 95% = 0,96 -1,93 - Riesgo de padecer dermatomyositis relacionado con alta exposición solar en el tiempo libre: OR: 1,34, 95%, IC: (1,05-1,73) - Riesgo de padecer dermatomyositis relacionado con alta exposición solar tanto en el trabajo como en el tiempo libre: OR: 1,64, 95%, IC: (1,08-2,49). - La aparición de dermatomyositis relacionada con alta exposición solar en el trabajo se da más en los hombres: OR: 1,70, 95%, IC: (1,00-2,90). - La dermatomyositis se relaciona con 1 quemadura en el año previo al diagnóstico con más frecuencia que la polimiositis y la miositis de cuerpos de inclusión: OR: 1,44, 95%, IC: 1,06-1,95 - La dermatomyositis se relaciona con 2 ó más quemaduras en el año previo al diagnóstico con más frecuencia que la polimiositis y la miositis de cuerpos de inclusión: OR: 1,77, 95%, IC: (1,28-2,43)
Kitchener S, Pinidiyapathirage J, Hunter K.	Are farmers more likely to develop skin cancer?	Australia,2021.	10.22605/RRH5711.	Casos y controles.	Agricultores.	N=11189. No aleatoria. Casos (dx de Ca melanocítico y/o queratinocítico) N= 5780. Controles (no Ca de piel) N= 5409.	Melanoma cutáneo. Cáncer queratinocítico* (basocelular y escamoso). *Cáncer queratinocítico como sinónimo de cáncer no melanocítico.	Exposición ocupacional a la intemperie. Tareas ocupacionales desempeñadas. Lugar anatómico.	Cálculo de la OR mediante regresión logística.	<ul style="list-style-type: none"> IC 95%: Melanoma: (OR) = 1,07; (0,7-1,7); Cáncer queratinocítico (basocelular y escamoso): (OR) = 2,65; (2,2-3,1).

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Ferreira R, Ogawa M.M., Nascimento L.F.C., Tomimori J.	Risk factors for nonmelanoma skin cancer in renal transplant recipients: a case-control study from a reference outpatient clinic in Southeast Brazil.	Brasil, 2017	10.1111/ijd.13508	Casos y controles	Trabajadores al aire libre y en interiores, trasplantados de riñón.	N= 245. Casos (dx Ca no melanocítico) N=64. Controles (no dx Ca no melanocítico) N=181. No aleatorio.	Cáncer no melanocítico. (basocelular y escamoso)	Trabajos previos con exposición solar. Género Fototipo de piel (según Fitzpatrick). Exposición ocupacional al sol. Duración de la exposición solar ocupacional. Hora del día de exposición ocupacional al sol. Número de horas (por día) de exposición ocupacional al sol. Exposición al sol recreativa. Tipo de exposición solar recreativa. Duración de la exposición solar recreativa. Hora del día de exposición solar recreativa. Número de horas (por día) de exposición solar recreativa. Uso de bloqueador solar. Duración del uso de protector solar. Antecedentes familiares de Ca no melanocítico. Duración del trasplante. Tipo de donante. Trasplantes renales previos. Diálisis previa al trasplante. Duración de la diálisis previa al trasplante. Presencia de verrugas virales postrasplante.	Cálculo de la OR mediante regresión logística.	IC 95%: -Hombres (OR) = 2,5 (1,3-4,7) -Mayores de 50 años (OR) = 5,4 (2,3-12,9) -Fototipos cutáneos de Fitzpatrick I-III (OR)= 3,7 (1,6-8,7) -Exposición ocupacional al sol (OR) = 4,1 (2,1-8,1) -Calendario de exposición solar recreativa todo el día (OR) = 3,0 (1,4-6,1) -Duración del trasplante (80 meses o más) (OR) 3,3 (1,6-6,5)

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Kenborg L, Jørgensen AD, Budtz-Jørgensen E, Knudsen LE, Hansen	Occupational exposure to the sun and risk of skin and lip cancer among male wage earners in Denmark: a population-based case-control study	Dinamarca, 2010	10.1007/s10552-010-9562-1	Casos y controles	Trabajadores de la construcción, agricultura y otras actividades a la intemperie.	N= 52573 casos (dx de Ca de piel melanocítico, no melanocítico y de labio). N= 67283 controles (no dx de Ca de piel). No aleatorio.	Cáncer de piel no melanoma (basocelular y/o escamoso) Cáncer de piel melanoma maligno. Cáncer de labio	Lugar anatómico. Edad del diagnóstico. Año de nacimiento. Clase social. Trabajo a la intemperie.	Cálculo de la OR mediante regresión logística.	IC 95%. Para los trabajadores al aire libre empleados durante más de 10 años: Cáncer de piel no melanoma OR = 0,83 (0,77-0,88) Cáncer de labio. OR = 1,67 (1,38-2,03) Melanoma maligno. OR, 0.97, (0.84-1.11) En tronco, extremidades superiores o inferiores. Rango de OR desde 0,36 a 0,86).
Kachuri L., Harris M.A., MacLeod J.S., Tjepkema M., Peters P.A., Demers P.A.	Cancer risks in a population-based study of 70,570 agricultural workers: results from the Canadian census health and Environment cohort (CanCHEC)	Canadá, 2017	10.1186/s12885-017-3346-x	Cohortes.	Agricultores expuestos a pesticidas, agentes sensibilizantes y radiación solar. Desde 1991-2010 censo canadiense, el registro nacional del Cáncer y el sistema de clasificación ocupacional estándar.	Un total de 70570 empleados en la agricultura, 9515 casos incidentes de cáncer.	Melanoma Otros tipos de cáncer	Género Categoría laboral. Edad. Provincia de residencia. Nivel educativo. Lugar anatómico.	Cálculo de la HR mediante e IC 95% por modelo de regresión de Cox	Entre los hombres se observaron riesgo de melanoma (HR 1,15 IC 95% 1,02-1,31) y cáncer de labio (HR 2,14 IC 95% 1,70-2,70). Entre las trabajadoras agrícolas se observó riesgo de melanoma (HR 1,79 IC 95% 1.17-2.73).

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Fortes C, Mastroeni S, Segatto M, Hohmann C, Miligi L, Bakos L.	Occupational Exposure to Pesticides With Occupational Sun Exposure Increases the Risk for Cutaneous Melanoma.	Italia y Brasil, 2016	10.1097/JOM.0000000000000665	Casos control.	Participantes de 4 centros hospitalarios dermatológicos, uno italiano y tres brasileños.	N= 800 399 casos (con Dx melanoma cutáneo y 401 control (no Dx melanoma cutáneo).	Melanoma cutáneo.	<p>Color de pelo</p> <p>Fototipo</p> <p>Episodios de quemaduras solares en la infancia y edad adulta.</p> <p>Uso de plaguicidas durante 10 años o más.</p> <p>Exposición a dos tipos de plaguicidas.</p> <p>Expuestos a plaguicidas y radiación solar ocupacional.</p>	Cálculo de OR mediante regresión logística multivariante y análisis estratificado. IC 95%	<p>Comparación entre ambos grupos: asociación entre la exposición ocupacional a pesticidas y el melanoma cutáneo</p> <p>Color de pelo: sujetos con cabello rubio/claro/pelirrojo (OR 6,41; IC 95%, 4.00-10,2)</p> <p>Fototipo I y II (OR 7,34 IC 95%, 4,37-12,3).</p> <p>Episodios de quemaduras solares: infancia (OR 3,80; IC 95% 2,22-6,52) edad adulta (OR 2,42 IC 95% 1,54-3,81).</p> <p>Uso de plaguicidas durante 10 años o más (OR 7,40; IC 95%; 1,91-28,7).</p> <p>Exposición al menos a dos tipos de pesticidas (OR 4,04; IC95%; 0,49-8,03).</p> <p>Interacción entre plaguicidas y la exposición solar ocupacional (OR 1,98; IC 95%; 1,20-13,6).</p> <p>Expuestos a pesticidas como a exposición solar a nivel ocupacional y no expuestos a sol a nivel ocupacional (OR 4,68; IC 95%; 1,29-1,70).</p>

Autor	Título del artículo	País y año	DOI	Diseño	Población	Muestreo	Efecto estudiado	Factores estudiados	Análisis estadístico	Resultados
Ghiorzo P, Bonelli L, Pastorino L, Bruno W, Barile M, Andreotti V et al.	MC1R variation and melanoma risk in relation to host/clinical and environmental factors in CDKN2A positive and negative melanoma patients.	Italia, 2012.	10.1111/j.1600-0625.2012.01549.x	Casos-control.	Miembros de la Asociación Mater Matuta (grupo control) y miembros del hospital universitario San Martino de Génova (casos).	N= 929. 439 casos de melanoma cutáneo confirmados histológicamente y 490 controles.	Melanoma cutáneo.	Presencia de variantes del gen MC1 y CDKN2A negativo y positivo. Fototipo de piel. Presencia de nevus cutáneos. Exposición solar continua. Quemaduras solares a edades muy tempranas. Uso de protección solar.	Análisis logístico multivariante IC 95%	El 11,2% de los melanomas cutáneos fueron portadores de mutaciones en CDKN2A. Los nevus cutáneos aumentaron los riesgos de melanoma cutáneo entre los CDKN2A + (OR=2,44; IC 95% 1,25-4,54; p=0,008). Fototipo I y II en CDKN2A + (OR 1,98; IC 95%; 0,7-5,58; p<0,05) CDKN2A - (OR 1,45; IC 95%; 0,92-2,29; p<0,05). La exposición ocupacional continua en CDKN2A +(OR 6,86; IC 95%, 1,20-39,26; p<0.05) y CDKN2A - (OR 5,84; IC 95% 2,08-16,45; p<0.001). Quemaduras solares a edades muy tempranas < 10 años en CDKN2A + (OR 3,28; IC 95%; 0,95-11,31; p<0.05) y CDKN2A - (OR 2,40; IC 95%; 1.35-4.29; p<0.001). Uso de protección solar siempre disminuyó el riesgo de padecer melanoma cutáneo en CDKN- (OR 0,37 IC 95%; 0,22-0,63; p<0.0001).