

Prevención de la exposición a la radiación ultravioleta en vuelos comerciales.

Prevention of ultraviolet radiation exposure in commercial flights

Dayanara Cecilia Burbano Pijal^{1*}

E-mail: ui.dayanaraburbano@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2868-067X>

Paola Stephanie Cáceres Andrade¹

E-mail: mdpaolacaceres@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1947-6002>

Teresa De Jesús Molina Gutiérrez¹

E-mail: ui.teresamolina@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5957-3482>

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra. Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Burbano Pijal, D. C., Cáceres Andrade, P. E., & Molina Gutiérrez, T. de J. (2024). Prevención de la exposición a la radiación ultravioleta en vuelos comerciales. *Revista Científica Cultura, Comunicación y Desarrollo*, 9(S1), 6-11. <http://rccd.ucf.edu.cu/index.php/rccd>

RESUMEN

La exposición a la radiación ultravioleta en aviones comerciales ha sido motivo de preocupación debido a los posibles riesgos para la salud de pilotos y tripulación de cabina. Estudios recientes han demostrado que la magnitud de la radiación penetra las ventanas de las aeronaves. De modo que ha constituido un antecedente previo en las afecciones de la piel, al aumentar el riesgo de cáncer, incluido el melanoma. En consecuencia, el presente estudio se ha enfocado en evaluar los hábitos de protección solar y visitas dermatológicas en viajeros frecuentes, pilotos y la tripulación. Con el fin de desarrollar estrategias preventivas contra la radiación durante los vuelos. Para ello, se realizó un estudio descriptivo transversal, donde se aplicaron encuestas para evaluar el conocimiento sobre riesgos de la radiación y el uso de protector solar. Entre los resultados indicaron una exposición significativa a la radiación durante los vuelos, con prácticas inconsistentes de protección solar entre los participantes. Esto se atribuyó a la evidente falta de educación específica sobre los riesgos de la radiación solar y las prácticas adecuadas de protección. Por último, se ha concluido que la implementación de programas educativos sistemáticos y normativas que regulen la protección ultravioleta en vuelos comerciales conduce a mitigar los riesgos de cáncer de piel. Para ello, se necesitan más estudios longitudinales para entender mejor la relación entre la exposición ultravioleta acumulativa y la incidencia de cáncer de piel en este grupo ocupacional.

Palabras clave:

Radiación ultravioleta, Melanoma, Efectos en la piel.

ABSTRACT

Exposure to ultraviolet radiation in commercial airplanes has been a cause for concern due to the potential health risks for pilots and cabin crew. Recent studies have shown the extent to which radiation penetrates aircraft windows, contributing to skin conditions by increasing the risk of cancer, including melanoma. Consequently, this study focused on evaluating the sun protection habits and dermatological visits of frequent travelers, pilots, and cabin crew to develop preventive strategies against radiation during flights. To this end, a cross-sectional descriptive study was conducted, applying surveys to assess knowledge about radiation risks and the use of sunscreen. The results indicated significant exposure to radiation during flights, with inconsistent sun protection practices among participants. This was attributed to a clear lack of specific education on the risks of solar radiation and proper protection practices. Finally, it was concluded that implementing systematic educational programs and regulations governing ultraviolet protection in commercial flights would help mitigate skin cancer risks. Further longitudinal studies are needed to better understand the relationship between cumulative ultraviolet exposure and the incidence of skin cancer in this occupational group.

Keywords:

Ultraviolet radiation, Melanoma, Skin effects.

Introducción

La piel, el órgano más grande del cuerpo humano, protege los órganos internos del medio exterior, al estar expuesta a factores físicos, químicos y ambientales peligrosos, como la radiación ultravioleta (RUV). La RUV se clasifica en UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) y UVC (100-80 nm) (Tang, et. al., 2024). Los rayos UVC y la mayoría de los UVB son absorbidos por la capa de ozono, mientras que los UVB que logran atravesar pueden penetrar la epidermis, causar quemaduras solares, dañar el ADN, aumentar el estrés oxidativo y conducir al envejecimiento prematuro (Valbuena, et. al., 2024). Los rayos UVA, por su parte, penetran hasta la dermis y son responsables del 98 % del daño por envejecimiento de la piel (Alberto Martín, et. al., 2022).

En 2012, aproximadamente 168,000 nuevos casos de melanoma a nivel mundial fueron atribuidos al exceso de radiación ultravioleta, al representar el 75.7% de todos los nuevos casos de melanoma y el 1.2% de todos los nuevos casos de cáncer (Cazzato, 2023) (Pedersen, et. al., 2021). Estos datos subrayan la necesidad de crear conciencia sobre los factores de riesgo para el cáncer de piel y fomentar hábitos de prevención en la población, donde se prevenga el daño al ADN (Sander, et. al., 2020).

Estudios recientes reportan un aumento significativo en la incidencia y mortalidad del melanoma maligno cutáneo entre los tripulantes de compañías aéreas, quienes tienen aproximadamente el doble de riesgo de melanoma en comparación con la población general (Dusingize, et. al., 2020). Los parabrisas y ventanas de las cabinas de aviones comerciales, aunque bloquean mínimamente la radiación UVA a una altitud de 9,000 metros, la intensidad de la radiación UV es aproximadamente el doble que al nivel del suelo (Meerkötter, & Schennetten, 2020). Esta exposición acumulativa a la radiación UV, especialmente UVA, es motivo de preocupación y puede explicar el mayor riesgo de melanoma entre pilotos y tripulaciones de cabina (Pedersen, & Hansen, 2023a) (Yong, et. al., 2022) (Pedersen, & Hansen, 2023b). De ahí que el presente estudio se enfoque en evaluar los hábitos de protección solar y la frecuencia de visitas dermatológicas entre viajeros frecuentes, pilotos y tripulación de cabina de aerolíneas. Con el fin de desarrollar estrategias educativas y preventivas eficaces asociados a la exposición a la radiación ultravioleta durante los vuelos. Entre los objetivos específicos del estudio, se encuentran:

- Evaluar el conocimiento y las percepciones sobre la radiación UV y el uso de protector solar.
- Diseñar y evaluar estrategias educativas y preventivas para reducir el riesgo de cáncer de piel.
- Identificar áreas de investigación cruciales para la gestión de radiación UV en aviación.

Materiales y métodos

El estudio se diseñó como un estudio descriptivo y transversal, en el que participaron 81 personas consideradas viajeros frecuentes (con 2 o más viajes en avión al año) (ver tabla 1) (León-Valladares, et. al., 2024) (Granikov, et.

al., 2020). De este grupo, 3 personas eran pilotos y 3 eran miembros de la tripulación de aerolíneas.

Tabla 1: Esquema de los participantes.

| Total | Mujeres | Hombres | Tripulantes de cabina | Pilotos | Viajeros frecuentes |
|-------|---------|---------|-----------------------|---------|---------------------|
| 81 | 48 | 33 | 3 | 3 | 75 |

Fuente: Elaboración propia.

Los participantes aceptaron participar de manera anónima mediante un consentimiento informado. La recolección de datos se realizó a través de una encuesta que incluyó las siguientes preguntas:

- Número de viajes: ¿Cuántos viajes en avión ha realizado durante el año 2023?
- Aplicación de protector solar: ¿Con qué frecuencia aplica bloqueador solar como parte de la preparación previa a un vuelo en avión?
- Reaplicación de protector solar: ¿Con qué frecuencia reaplica bloqueador solar durante vuelos que duran más de 2 horas?
- Visitas al dermatólogo: ¿Con qué frecuencia visita a un especialista en dermatología?
- Diagnósticos de cáncer de piel: ¿Ha sido diagnosticado alguna vez con cáncer de piel o lesiones precancerosas?
- Protección solar en tripulación: ¿Con qué frecuencia la tripulación de aerolíneas aplica bloqueador solar como parte de la preparación previa a un vuelo en avión? ¿Con qué frecuencia la tripulación de aerolíneas reaplica bloqueador solar durante vuelos que duran más de 2 horas?
- Horas de vuelo en tripulación: ¿Cuántas horas de vuelo alcanza en un mes la tripulación de aerolíneas?

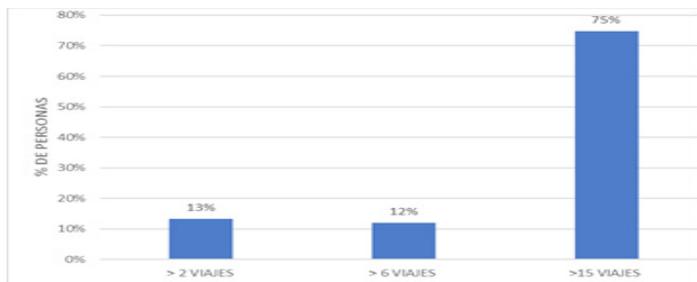
Para interpretar los resultados, se separaron los datos de las personas que laboran en aerolíneas de los datos de los viajeros frecuentes que no laboran en aerolíneas. Las respuestas fueron analizadas para identificar patrones de comportamiento respecto a la protección solar y la atención dermatológica entre ambos grupos.

Resultados-discusión

Conocimiento y las percepciones sobre la radiación UV y el uso de protector solar.

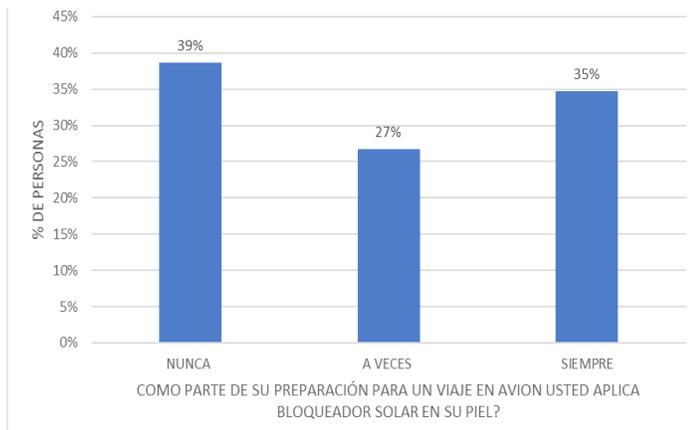
En cuanto a los participantes del estudio, el análisis de la Figura 1 revela que el 75% de los viajeros frecuentes realizó 15 o más viajes en avión durante el año 2023, lo que sugiere una alta frecuencia de exposición a condiciones de vuelo. A pesar de esta exposición, la Figura 2 indica que el 39% de estos viajeros nunca aplica bloqueador solar antes de un vuelo, en contraste con el 35% que siempre lo hace y el 27% que lo aplica ocasionalmente. Este dato es alarmante si se considera que el uso de protector solar es una medida preventiva esencial contra los efectos dañinos de la RUV.

Fig. 1: Viajes en avión de viajeros frecuentes en 2023.



Fuente: López, 2008 o elaboración propia.

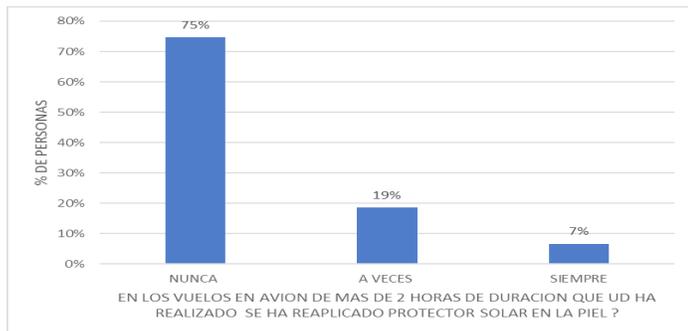
Fig. 2: Aplicación de bloqueador solar previo al vuelo por viajeros.



Fuente: Elaboración propia.

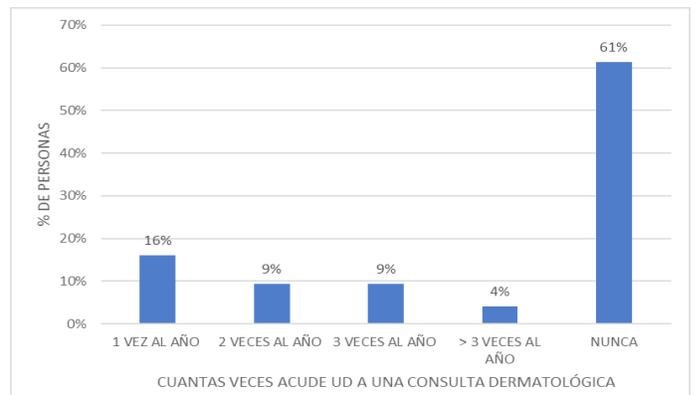
Además, la Figura 3 muestra que el 75% de los viajeros frecuentes no reaplica el bloqueador solar durante vuelos que duran más de 2 horas. Esta falta de reaplicación aumenta el riesgo de daño cutáneo, dado que la protección del bloqueador solar disminuye con el tiempo y la exposición continua. Por otro lado, la Figura 4 destaca que el 61% de los viajeros frecuentes nunca ha visitado a un dermatólogo, mientras que solo el 16% lo hace una vez al año, el 9% dos veces al año, el 9% tres veces al año y apenas el 4% más de tres veces al año. La baja frecuencia de visitas al dermatólogo es preocupante, ya que las revisiones periódicas son cruciales para la detección temprana de lesiones cutáneas malignas o pre malignas.

Fig. 3: Reaplicación de bloqueador solar en vuelos largos.



Fuente: Elaboración propia.

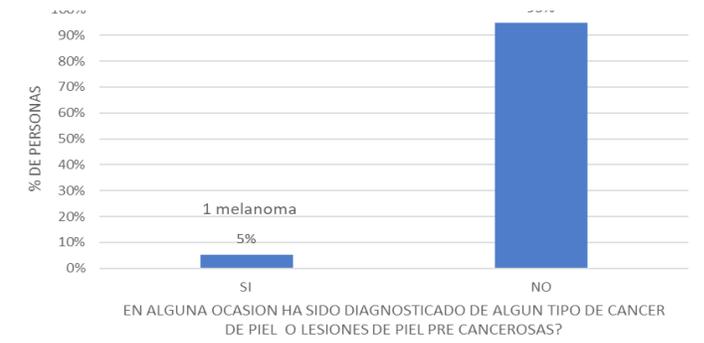
Fig. 4: Frecuencia de visitas al dermatólogo por los viajeros.



Fuente: Elaboración propia.

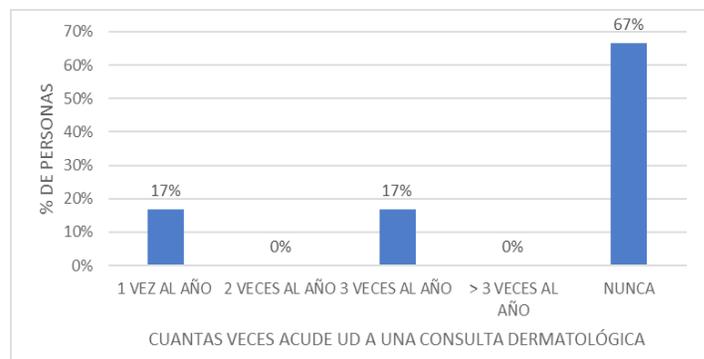
La Figura 5 indica que un pequeño porcentaje de viajeros frecuentes ha sido diagnosticado con melanoma (1 caso) y con queratosis actínicas (3 casos), lo que resalta la presencia de lesiones pre malignas y malignas en este grupo. Asimismo, la Figura 6 refleja que el 67% de la tripulación de aerolíneas nunca ha visitado a un dermatólogo, y aquellos que sí lo hacen suelen tener antecedentes de lesiones cutáneas malignas o pre malignas. Este patrón es similar al observado en los viajeros frecuentes, al subrayar una falta generalizada de cuidado dermatológico preventivo en ambos grupos.

Fig. 5: Diagnósticos de cáncer de piel en viajeros.



Fuente: Elaboración propia.

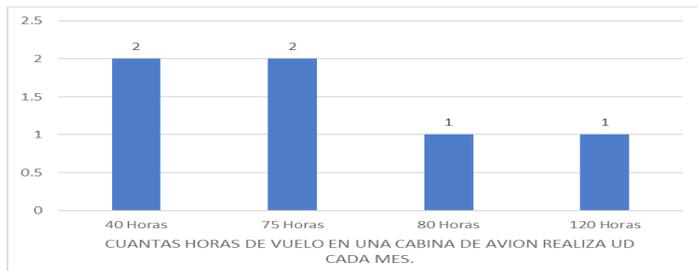
Fig. 6: Visitas al dermatólogo de la tripulación.



Fuente: Elaboración propia.

En términos de exposición, la Figura 7 muestra que la mayoría de la tripulación de cabina cumple entre 40 y 120 horas de vuelo al mes, lo que implica una exposición considerable a la RUV en altitudes elevadas. A pesar de esta exposición, se revela que, aunque el 83% de la tripulación aplica bloqueador solar antes de un vuelo, solo el 16% lo reaplica durante vuelos de más de 2 horas. Este dato es significativo, ya que la reaplicación es crucial para mantener la efectividad de la protección solar durante largos periodos de exposición.

Fig. 7: Horas de vuelo por mes de la tripulación.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos no pueden cuantificar directamente el riesgo de cáncer de piel en viajeros frecuentes y personal de cabina. Aunque sí evidencia la falta de cumplimiento en cuanto a las recomendaciones de uso de protector solar en estos grupos. Se destaca la necesidad del uso de protector solar, que ha demostrado reducir el riesgo de cáncer de piel, tanto melanoma como no melanoma. Sin embargo, hay discrepancias en estudios previos respecto a la relación entre la radiación ultravioleta en vuelo y la incidencia de melanomas.

Estrategias educativas y preventivas para reducir el riesgo de cáncer de piel.

Los antecedentes para las tablas propuestas se basan en la necesidad de implementar estrategias educativas y programas preventivos efectivos para mitigar el riesgo de cáncer de piel entre los viajeros frecuentes, pilotos y tripulación de cabina. En cuando a los datos epidemiológicos indican un mayor riesgo de exposición a radiación UV en estos grupos. De modo que sugiere la necesidad de educar sobre el uso adecuado del protector solar y promover visitas regulares al dermatólogo (ver tabla 2 y 3).

Tabla 2: Estrategias educativas y preventivas.

| Estrategia | Objetivo | Actividades |
|-----------------------------------|---|--|
| Sesiones informativas y talleres. | Proporcionar información sobre riesgos UV y uso de protector solar. | Realización de sesiones educativas y talleres prácticos. Enseñanza de técnicas de aplicación de protector solar. |
| Material educativo personalizado. | Reforzar conocimientos continuos sobre protección solar. | Desarrollo de folletos, infografías y videos educativos. Distribución en formatos impresos y digitales. |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Campañas de concienciación. | Crear conciencia pública sobre protección solar. | Organización de campañas a nivel local y nacional. Uso de medios sociales y colaboraciones con aerolíneas. |
|-----------------------------|--|--|

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Programas de educación sobre protección solar y visitas al dermatólogo.

| Programa | Objetivo | Actividades |
|---|--|--|
| Programa de capacitación continua. | Integrar educación sobre protección solar en formación recurrente. | Inclusión de módulos específicos en programas de formación. Estudios de casos y simulaciones. |
| Alianzas con profesionales de la salud. | Facilitar acceso a atención dermatológica. | Colaboración con dermatólogos y clínicas para chequeos periódicos. Jornadas de salud en aeropuertos. |

Fuente: Elaboración propia.

Implementar estas estrategias educativas y programas preventivos ayudaría a reducir el riesgo de cáncer de piel entre los viajeros frecuentes, pilotos y tripulación de cabina. De modo que se asegure una concienciación adecuada sobre la necesidad del uso de protector solar y la visita regular al dermatólogo.

Áreas de investigación cruciales para la gestión de radiación UV en aviación.

Los resultados obtenidos fomentan la promoción de futuras investigaciones sobre la exposición a la radiación UV en aviones. Datos actuales sugieren una variabilidad significativa en la intensidad de UV según tipo de aeronave y ruta. Sin embargo, se requieren estudios longitudinales y comparativos para mapear esta radiación y evaluar su impacto en la salud dermatológica de pilotos y tripulación de cabina (ver tabla 4 y 5)

Tabla 4: Estudios para medir los rayos UV en aviones.

| Área de estudio | Detalles |
|-------------------------------------|--|
| Mapeo de la radiación uv | Estudios longitudinales para mapear la distribución de la radiación UV en diferentes aviones y rutas. Utilización de sensores estratégicamente ubicados. |
| Comparación entre aeronaves | Evaluación de la exposición a UV en distintos tipos de aviones comerciales y regionales. Comparación según diseño y material de las ventanas. |
| Impacto de las rutas y altitudes | Investigación sobre cómo las rutas y altitudes influyen en la intensidad de la radiación UV durante los vuelos. |
| Estudios de cohortes longitudinales | Estudios a largo plazo con pilotos y tripulación para analizar la relación entre exposición UV acumulativa y problemas dermatológicos. |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Recomendaciones para investigaciones futuras.

| Sugerencias | Detalles |
|--|---|
| Desarrollo de normativas y directrices. | Investigación sobre la correlación entre niveles de radiación UV y salud para normativas específicas. |
| Evaluación de materiales y tecnologías. | Estudios para evaluar materiales y tecnologías que reduzcan la transmisión de UV a través de ventanas. |
| Impacto de las prácticas operativas | Análisis de cómo prácticas operativas como duración de vuelos y condiciones afectan la exposición UV. |
| Intervenciones preventivas y educativas. | Evaluación de efectividad de intervenciones educativas y preventivas para profesionales de la aviación. |

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con investigaciones previas que han documentado los riesgos asociados con la exposición a la radiación UV en la aviación comercial. La mayor incidencia de melanoma entre pilotos y tripulación de cabina, encuentra respaldo en hallazgos de alta intensidad de UV a altitudes elevadas. Este patrón refuerza la importancia de implementar políticas de protección solar y prácticas operativas que minimicen la exposición a esta radiación durante los vuelos.

En términos de aplicaciones prácticas, se ha sugerido la necesidad de desarrollar normativas más específicas y directrices para la gestión de la exposición UV en la aviación. Estas regulaciones podrían incluir estándares para materiales de ventana más protectores, así como recomendaciones para rutas óptimas que minimicen la exposición UV durante el vuelo. Además, se propone implementar programas educativos continuos y colaboraciones con profesionales de la salud para fomentar prácticas de protección solar y visitas regulares al dermatólogo entre los trabajadores de la aviación.

Conclusiones

La investigación ha demostrado de manera concluyente que pilotos y tripulación de cabina están expuestos a niveles significativos de radiación UV durante los vuelos, particularmente a altitudes elevadas. Esta exposición elevada podría contribuir al aumento de riesgo de desarrollar cáncer de piel, incluido el melanoma. Es crucial implementar medidas preventivas efectivas, como el uso de protectores solares y la educación continua sobre la protección solar, para mitigar estos riesgos.

Los hallazgos subrayan la necesidad urgente de desarrollar normativas y directrices específicas para la gestión de la exposición UV en el entorno de vuelo. Estas regulaciones deben considerar no solo la altitud y las rutas de vuelo, sino también el diseño de las aeronaves y los materiales utilizados en las ventanas para minimizar la transmisión de radiación UV. Incluso, que garantice un entorno de trabajo más seguro para los profesionales de la aviación.

Para avanzar en el conocimiento y mejorar las prácticas de salud ocupacional en la aviación, se recomienda realizar

estudios longitudinales adicionales que investiguen la relación entre la exposición acumulativa a la radiación UV y los resultados dermatológicos a largo plazo. Además, futuras investigaciones podrían explorar el desarrollo de tecnologías innovadoras para reducir la transmisión de UV en cabinas de avión. Por otra parte, que se evalúe la efectividad de intervenciones educativas para promover hábitos saludables entre los trabajadores del sector.

Referencias bibliográficas

- Alberto Martín, L. D. M., Cortes Pérez, M., Álvarez Galván, J. K., & Ayllón Jiménez, D. L. (2022). Neoplasias en trabajadores expuestos a radiación cósmica: Una Revisión Sistemática. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 68(266), 56-75. <https://revista.isciii.es/index.php/MST/article/view/1238>.
- Cazzato, G. (2023). Histopathological Diagnosis of Malignant Melanoma at the Dawn of 2023: Knowledge Gained and New Challenges. *Dermatopathology*, 10(1), 91-92. <https://www.mdpi.com/2296-3529/10/1/13>.
- Dusingize, J. C., Olsen, C. M., Miura, K., Hosegood, I., Tinker, R., Karipidis, K., & Green, A. C. (2020). FLYING HOURS OF AUSTRALIAN COMMERCIAL PILOTS AND RISK OF CUTANEOUS MELANOMA. *The journal of the Australasian Society of Aerospace Medicine*, 11(1), 1-7. <https://sciendo.com/article/10.21307/asam-2019-008>
- Granikov, V., Hong, Q. N., Crist, E., & Pluye, P. (2020). Mixed methods research in library and information science: A methodological review. *Library & Information Science Research*, 42(1), 3-6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740818819302294>
- León-Valladares, D., Mateu, L. A. B., Carmona, N. C., Lizana, G. F., Cabanas, A. M., Progulakis, K. L., Guajardo, M. F., & Escudero, P. M. (2024). Factores determinantes de la precisión de la oximetría de pulso: revisión bibliográfica. *Revista Clínica Española*, 224(5), 314-330. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014256524000638>
- Meerkötter, R., & Schennetten, K. (2020). Validation of a radiative transfer model with measurements of UV radiation inside a commercial aircraft. *Journal of radiological protection*, 40(1), 181-196. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/ab5153/meta>
- Pedersen, J. E., & Hansen, J. (2023b). Incident skin melanoma in Danish male military pilots: a nested case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, 80(5), 239-245. <https://oem.bmj.com/content/80/5/239.citation-tools>
- Pedersen, J. E., & Hansen, J. (2023a). O-162 Nested case-control study of skin melanoma incidence in Danish male military pilots. *Occupational and Environmental Medicine*, 80(Suppl 1), A12-A13. https://oem.bmj.com/content/80/Suppl_1/A12.3.abstract

- Pedersen, J. E., Strandberg Larsen, K., Andersson, M., & Hansen, J. (2021). Occupational exposure to solar ultraviolet B radiation and risk of subtypes of breast cancer in Danish women. *Occupational and Environmental Medicine*, 78(4), 286-292. <https://oem.bmj.com/content/78/4/286>
- Sander, M., Sander, M., Burbidge, T., & Beecker, J. (2020). The Efficacy and Safety of Sunscreen Use for the Prevention of Skin Cancer. *Canadian Medical Association Journal*, 192(50), E1802-E1808. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7759112/>
- Tang, X., Yang, T., Yu, D., Xiong, H., & Zhang, S. (2024). Current insights and future perspectives of ultraviolet radiation (UV) exposure: Friends and foes to the skin and beyond the skin. *Environment International*, 185(March), 2-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412024001211>.
- Valbuena, M. C., Bravo, C., & Rolón-Cadena, M. C. (2024). Erupción fija por luz solar, una serie de 13 casos en Bogotá, Colombia. *Actas Dermo-Sifiliograficas*, 115(3), 288-292. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000173102300399X>.
- Yong, S. S., Han, W. H., Azizah Faheem, N. A., Puvan, N., Tan, L. L., Wong, S.-M., & Kwan, Z. (2022). Predictive factors of sun protection behaviour among global airline pilots. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 38(6), 541-547. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35324018/>.