

Aplicación de inteligencia artificial como herramienta para la optimización en el diagnóstico de melanoma

Application of artificial intelligence as a tool for optimization in the diagnosis of melanoma

Ignacio Gutiérrez Magaldi¹  Pablo Tabares², Guillermo Tabares³, Facundo Tabares⁴, Susana Gómez Zanni⁵, Florencia Pascualini⁵, Mariana Papa⁵, Nahuel Cedrés⁶, Mateo Cherasco⁷, Jorge Llanos⁷

1. Universidad Católica de Córdoba. Facultad de Ciencias de la Salud. Clínica Universitaria Reina Fabiola, Servicio de Medicina Interna, Córdoba, Argentina.

Chief Medical Officer & HealthCare Training Leader Training Ground | Avedian Healthtech Solutions

2. Co Founder & Chief Operating Officer | Avedian Healthtech Solutions

3. Co Founder & Chief Executive Officer Business | Avedian Healthtech Solutions

4. Chief Financial Officer | Avedian Healthtech Solutions

5. Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Ciencias de la Salud, Clínica Universitaria

Reina Fabiola, Servicio de Dermatología, Córdoba, Argentina.

6. Data Science Leader | Avedian Healthtech Solutions

7. Data Science | Avedian Healthtech Solutions

Correspondencia: Ignacio Gutiérrez Magaldi E-mail: ignaciogutierrezmagaldi@curf.ucc.edu.ar

Resumen

INTRODUCCIÓN: El melanoma, un cáncer de piel con creciente incidencia global, es prevalente en regiones con poblaciones de piel clara. Su capacidad para metastatizar y la alta tasa de mortalidad resaltan la necesidad de una detección temprana, para una intervención efectiva y potencial reducción de riesgo de metástasis.

Estrategias como autoexámenes y revisiones dermatológicas son esenciales. La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta con mayor precisión y rapidez en el análisis de imágenes cutáneas.

OBJETIVOS: 1. Lograr la optimización en el diagnóstico precoz de melanoma a través de la IA como herramienta colaborativa en dermatoscopia. 2. Determinar la exactitud diagnóstica de la Inteligencia Artificial como herramienta en dermatoscopia vs el diagnóstico del ojo humano a través de un dermatólogo especializado.

MATERIAL Y METODOS: Se trata de un estudio prospectivo, de cohorte de tipo transversal.

Desde Avedian desarrollamos un modelo de deep learning para la detección de melanoma.

Entrenamos el modelo con 12.000 imágenes (tamaño muestral n: 12.000 imágenes; tamaño muestral necesario según cálculo de Machin es de 526 imágenes) obtenidas de base de datos obtenidas de la international skin imagine collaboration, e hicimos un estudio comparativo de clasificación de imágenes de melanomas y lunares sanos.

Por otro lado, les otorgamos 40 imágenes a 2 dermatólogos especializados en la detección de nevus y melanomas, a los que les pedimos que clasifiquen estas imágenes según su experiencia y criterio clínico, en forma binaria.

RESULTADOS: El estudio comparativo mostró una precisión global del modelo de deep learning por IA, del 82.5%, con 85% para nevus y 80% para melanomas, en comparación con el sistema clasificatorio binario de los médicos dermatólogos, (61%), con una sensibilidad del 85% y especificidad del 82%, nivel de confianza del 95%.

CONCLUSIÓN: La integración de la IA en la detección precoz promete avances significativos en el diagnóstico y tratamiento del melanoma y permite optimizar las herramientas de diagnóstico precoz.

Palabras claves: melanoma, inteligencia artificial, detección precoz.

Abstract

INTRODUCTION: Melanoma, a skin cancer with increasing global incidence, is prevalent in regions with light-skinned populations. Its ability to metastasize and high mortality rate highlight the need for early detection, for effective intervention and potential reduction of risk of metastasis. Strategies such as self-examinations and dermatological check-ups are essential. Artificial intelligence (AI) has emerged as a tool with greater precision and speed in the analysis of skin images.

OBJECTIVES: 1. Achieve optimization in the early diagnosis of melanoma through AI as a collaborative tool in dermatoscopy. 2. Determine the diagnostic accuracy of Artificial Intelligence as a tool in dermatoscopy vs. the diagnosis of the human eye through a specialized dermatologist.

MATERIAL AND METHODS: This is a prospective, cross-sectional cohort study.

At Avedian we developed a deep learning model for the detection of melanoma. We trained the model with 12,000 images (sample size n: 12,000 images; the required sample size according to Machin's calculation is 526 images) obtained from the database obtained from the international skin image collaboration, and we carried out a comparative study of image classification of melanomas and healthy moles. On the other hand, we gave 40 images to 2 dermatologists specialized in the detection of nevi and melanomas, who were asked to classify these images according to their experience and clinical criteria, in binary form.

RESULTS: The comparative study showed an overall accuracy of the AI deep learning model of 82.5%, with 85% for nevi and 80% for melanomas, compared to the binary classification system of dermatologists, (61%), with a sensitivity of 85% and specificity of 82%, confidence level of 95%.

CONCLUSIONS: The integration of AI in early detection promises significant advances in the diagnosis and treatment of melanoma and allows for the optimization of early diagnosis tools.

Keywords: melanoma, artificial intelligence, early detection.

Introducción

El melanoma es una de las formas más agresivas y mortales de cáncer de piel, conocido por su alta capacidad de metastatizar y su elevada tasa de mortalidad si no se detecta a tiempo. Es el tumor cutáneo más agresivo y su incidencia aumenta dramáticamente debido al aumento de la exposición solar en combinación con el genotipo, fenotipo e inmunocompetencia del paciente¹. Su incidencia global está en constante aumento, especialmente en regiones con poblaciones de piel clara. En países como Australia y Nueva Zelanda, así como en diversas zonas de Europa y América del Norte, la tasa de incidencia de melanoma es particularmente alta. En América, el melanoma también representa una preocupación creciente. En Estados Unidos, por ejemplo, se estima que uno de cada 38 hombres y una de cada 50 mujeres serán diagnosticados con melanoma en algún momento de su vida. En América Latina, la situación varía, pero la incidencia también muestra una tendencia ascendente, con una notable preocupación en países como Argentina. En Argentina, el melanoma es la variedad menos frecuente de

cáncer de piel, pero la más grave. Su incidencia está en aumento, lo que resalta la necesidad urgente de mejorar las estrategias de detección precoz para identificar la enfermedad en sus primeras etapas, donde el tratamiento es más eficaz y las posibilidades de supervivencia son considerablemente mayores. El aumento en la incidencia en estas regiones subraya la importancia de adoptar y perfeccionar métodos diagnósticos que faciliten la detección temprana del melanoma, para poder intervenir de manera más efectiva y reducir la mortalidad asociada a esta enfermedad.

El examen físico de la piel es el primer paso en la evaluación de lesiones cutáneas sospechosas. Durante esta evaluación, un dermatólogo examina visualmente la piel en busca de anomalías como cambios en el color, tamaño, forma o textura de los nevos (lunares) y otras lesiones. Aunque es fundamental, el examen físico tiene limitaciones significativas. La precisión del diagnóstico depende en gran medida de la experiencia y la habilidad del médico. Las características sutiles de los melanomas in situ, pueden pasar desapercibidas,

especialmente en pacientes con numerosos nevos o en lesiones que presentan cambios mínimos.

La dermatoscopia, también conocida como microscopía de epiluminiscencia, es una técnica que utiliza un dispositivo especializado para examinar la piel con mayor detalle. Este método permite observar la estructura de las lesiones cutáneas en un nivel más profundo, revelando patrones que no son visibles a simple vista. Constituye una herramienta esencial en el consultorio dermatológico, que complementa el examen físico clínico de la piel.

Comparando imágenes dermatoscópicas sucesivas de un nevus, podemos apreciar cambios mucho antes de que esa inestabilidad sea evidente. Uno de los objetivos básicos de la dermatoscopia digital es facilitar el archivo y la comparación de las imágenes sucesivas de los lunares atípicos. Esto ha mejorado significativamente la precisión diagnóstica en comparación con el examen físico solo, ya que puede identificar características específicas de melanoma, como los patrones pigmentarios y la vascularización, entre otros. Sin embargo, su eficacia también está limitada por la capacidad del dermatólogo para interpretar las imágenes y por la variabilidad en las prácticas entre diferentes profesionales².

Cuando una lesión sospechosa es identificada mediante examen físico o dermatoscopia, la biopsia es el siguiente paso crucial para confirmar el diagnóstico. La biopsia implica la extracción de una muestra de tejido para su análisis histopatológico. Hay varios tipos de biopsias, incluyendo biopsias por escisión, incisión y punch.

La biopsia proporciona información definitiva sobre la presencia de melanoma y su extensión, permitiendo su estadificación y la conducta a seguir.

Discusión

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta revolucionaria en distintas áreas, especialmente en la medicina. La IA utiliza algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales profundas para analizar grandes volúmenes de datos e imágenes, identificando patrones complejos que pueden ser difíciles de detectar por el ojo humano. Los sistemas basados en IA pueden procesar y analizar imágenes con una precisión notable, brindando a los médicos, en este caso especialistas en dermatología, una herramienta adicional para la detección temprana de melanoma, por ende, la optimización en el

diagnóstico precoz de lesiones con sospecha de malignidad³.

Una de las principales ventajas de la IA es su capacidad para proporcionar un diagnóstico preliminar rápido y confiable. Los algoritmos de IA están entrenados para identificar características sutiles en los nevos que podrían ser pasadas por alto durante un examen físico o dermatoscopia convencional. Por ejemplo, pueden detectar variaciones en la coloración, asimetrías y bordes irregulares con una precisión superior. La IA puede analizar grandes cantidades de datos e imágenes en poco tiempo, lo que acelera el proceso de detección y permite a los dermatólogos concentrarse en las lesiones más sospechosas para un análisis más detallado.

Objetivos

1. Lograr la optimización en el diagnóstico precoz de melanoma a través de la IA como herramienta colaborativa en dermatoscopia
2. Determinar la exactitud diagnóstica de la Inteligencia Artificial como herramienta en dermatoscopia vs el diagnóstico del ojo humano a través de un dermatólogo especializado.

Desarrollo

La detección temprana del melanoma es esencial para reducir la morbilidad y mortalidad asociada con esta enfermedad. Los métodos tradicionales de diagnóstico, aunque efectivos, tienen limitaciones que pueden afectar la precisión y la rapidez de la detección. El examen físico, aunque fundamental, depende en gran medida de la habilidad del médico y puede pasar por alto lesiones sutiles. La dermatoscopia mejora el diagnóstico al proporcionar una visión más detallada, pero aún requiere la interpretación experta del dermatólogo. La biopsia, aunque definitiva, es invasiva y puede retrasar el inicio del tratamiento.

La IA representa una evolución significativa en el campo del diagnóstico dermatológico. Al proporcionar un análisis rápido y preciso de imágenes cutáneas, la IA puede identificar patrones que podrían ser difíciles de detectar por métodos tradicionales. La combinación de IA con métodos diagnósticos convencionales tiene el potencial de mejorar significativamente la precisión del diagnóstico y la detección temprana de melanoma. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y ofrecer un diagnóstico preliminar confiable facilita la identificación rápida de lesiones sospechosas, permitiendo una intervención oportuna y adecuada.

La integración de la IA en el diagnóstico de melanoma ofrece varios beneficios importantes. Primero, mejora la precisión diagnóstica, reduciendo el riesgo de errores y falsos negativos que podrían retrasar el tratamiento. Segundo, optimiza la eficiencia del proceso de detección al proporcionar un análisis rápido de imágenes, lo que permite a los dermatólogos concentrarse en casos más complejos y mejorar el manejo de la carga de trabajo. Tercero, la IA tiene el potencial de democratizar el acceso a diagnósticos precisos, especialmente en áreas con recursos limitados o en clínicas donde el acceso a especialistas en dermatología puede ser restringido.

Material y Método

Se trata de un estudio prospectivo, de cohorte de tipo transversal.

Desde Avedian desarrollamos un modelo de deep learning para la detección de melanoma. Entrenamos el modelo con 12.000 imágenes (tamaño muestral n: 12.000 imágenes; tamaño muestral necesario según cálculo de Machin es de 526 imágenes) obtenidas de base de datos obtenidas de la internacional skin imagine collaboration, e hicimos un estudio comparativo de clasificación de imágenes de melanomas y lunares sanos⁴

Por otro lado, les otorgamos 40 imágenes a 2 dermatólogos especializados en la detección de nevus y melanomas, a los que les pedimos que clasifiquen estas imágenes según su experiencia y criterio clínico, en forma binaria (es decir, clasificando según la observación en melanoma o nevus). Desde el punto de vista técnico, les compartimos un documento de Excel en el cual se encontraba link a cada una de las imágenes, teniendo que completar en planilla Excel, con sistema binario denominando a "Melanoma" (0) o "Nevus" (1) por cada imagen según su criterio. En el desarrollo de un modelo de inteligencia artificial para la clasificación de lunares dermatoscópicos, se sigue un proceso estructurado que comprende las fases de entrenamiento, testeo y validación. Este enfoque garantiza la robustez y precisión del modelo en la identificación de nevus benignos y melanomas malignos en imágenes de piel.

Fase de Entrenamiento: Durante esta fase inicial, el modelo se expone a un conjunto de más de 12 mil datos etiquetados que contiene imágenes de nevus y melanomas. El objetivo principal es permitir que el modelo aprenda características distintivas que logren diferenciar entre nevus y melanomas. Estas características pueden incluir atributos visuales como tamaño, forma, simetría,

textura, distribución de colores y patrones específicos dentro de las imágenes dermatoscópicas. A través de algoritmos de aprendizaje profundo, el modelo ajusta sus parámetros internos para optimizar la capacidad de reconocimiento y clasificación de lunares.

Fase de testeo: Para el set de testeo, se utilizaron, un total de 1336 imágenes, que fueron distribuidas en 50% melanoma y 50% nevus. En este estudio, los nevus corresponden a positivos y los melanomas a negativos. Una vez completado el entrenamiento, se procede a la fase de testeo. Aquí, el modelo se prueba con un conjunto de datos separado que no ha sido utilizado durante el entrenamiento. Este conjunto de testeo proporciona una evaluación imparcial del desempeño del modelo en condiciones simuladas de aplicación real. Durante el testeo, se calculan métricas de rendimiento como accuracy (exactitud), specificity (especificidad), recall (sensibilidad) y f1-score para evaluar la capacidad del modelo para generalizar y discriminar adecuadamente entre nevus y melanomas.

Los resultados fueron alentadores (1): El análisis de melanoma dio una precisión de 78.74%, acertó 526 de un total de 668 diagnósticos de melanomas. Para nevus un total de 83.1%, acertó 555 de un total de 668 diagnósticos de nevus. Dando como resultado una accuracy de 80.91%, una sensibilidad del 82,5%, especificidad de 82%, y un f1-score de 0.80. (Figura 1)

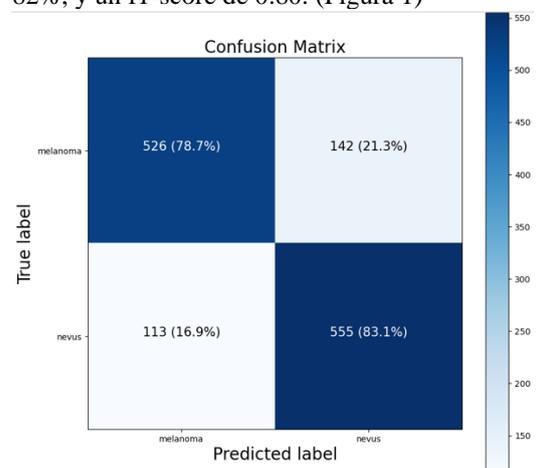


Figura 1. Matriz de confusión del set de testeo.

Fase de Validación contra humanos: Para comparar al modelo entrenado con el ojo humano especializado de doctores dermatólogos se escogieron 40 resultados de melanomas y nevus, el cual se les mostró a dos dermatólogos con dilatada trayectoria (Dr. 1 y Dr. 2) obteniendo resultados inferiores al modelo ya entrenado: Se comparó el ojo humano de dos dermatólogos (Dr.

1 y Dr. 2) contra el modelo ya entrenado. Melanomas: el Dr. 1 tuvo una precisión del 70% y el Dr. 2 un 45% para melanoma. El modelo de IA tuvo 80% de accuracy en la identificación de melanomas. Nevus: el Dr.1 tuvo una precisión de 70% y el Dr.2 un 60%, para nevus. El modelo de IA obtuvo un 85% de aciertos en nevus.

El set de validación contiene 40 imágenes, la IA consiguió una accuracy de 80% (16) para melanoma, y nevus un total de 85% (17). Dando como resultado una accuracy de 82.5%, un recall de 85%, specificity de 80%, y un f1-score de 0.78.

Resultados

El estudio comparativo arrojó los siguientes datos: mostró una precisión global del modelo de deep learning por IA, del 82.5%, con 85% para nevus y 80% para melanomas, en comparación con el sistema clasificatorio binario de los médicos dermatólogos, 65% y 57.5%, respectivamente, con una sensibilidad del 85% y especificidad del 82%.

El número de muestra poblacional necesario para el estudio, con un nivel de confianza del 95% y un poder estadístico del 80%, es de 526 imágenes (según cálculo de Machín). Esto representa una mejora del 20% en la clasificación de nevus y del 22.5% en la de melanomas, lo cual demuestra que la IA puede alcanzar una alta precisión en la clasificación de melanomas y nevus, subrayando el potencial de la IA en la optimización del diagnóstico precoz.

Conclusión

La detección precoz del melanoma es vital para mejorar los resultados clínicos y reducir la mortalidad. Mientras que los métodos tradicionales de diagnóstico siguen siendo esenciales, la incorporación de la IA ofrece una mejora significativa en la precisión y la eficiencia del diagnóstico. La combinación de estas herramientas promete optimizar el proceso de detección precoz y mejorar la atención a los pacientes con melanoma.

Mediante este estudio demostramos que la IA podría lograr la optimización en el diagnóstico

precoz del melanoma, con un nivel de exactitud significativamente mayor al ojo humano de un dermatólogo especializado, considerando a la IA como una herramienta complementaria y no como un reemplazo de la experiencia y el juicio clínico del dermatólogo.

Entendemos que la colaboración entre la medicina y la tecnología será clave para enfrentar el desafío del melanoma y avanzar hacia una detección más eficaz y oportuna.

Bibliografía

- 1- Paula A. Enz, Alicia Kowalczuk, Ricardo Galimberti. Melanoma (parte 2) Clínica, estadificación y seguimiento. Artículo de Revisión. Rev. Hosp. Ital. B.Aires Vol. 24 N° 2, diciembre 2004. https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachments/47/documentos/13612_Ital2004%202%2053-60.pdf
- 2- Á.Pizarro, J.L. Santiago, D.I. Santiago. Prevención y diagnóstico precoz del melanoma con Dermatoscopia: una perspectiva biológica. Actas Dermo Sifiliográficas. 2015;106(1): 3- 6. <https://actasdermo.org/es-pdf-S0001731014003573>.
- 3- A.Martorell, et Al. Inteligencia Artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad? ACTAS Dermo-Sifiliográficas 113(2022) 30-46.
- 4- The International Skin Imaging Collaboration. Disponible en <https://www.isic-archive.com/>

