



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

INNOVACIONES DE LOS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DEL CÁNCER DE
PIEL

ALCIVAR VIDAL MILENA FERNANDA
MÉDICA

MACHALA
2024



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

INNOVACIONES DE LOS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DEL
CÁNCER DE PIEL

ALCIVAR VIDAL MILENA FERNANDA
MÉDICA

MACHALA
2024



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

INNOVACIONES DE LOS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DEL CÁNCER DE PIEL

ALCIVAR VIDAL MILENA FERNANDA
MÉDICA

JARA GUERRERO EDMO RAMIRO

MACHALA, 01 DE JULIO DE 2024

MACHALA
01 de julio de 2024

INNOVACIONES DE LOS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DEL CÁNCER DE PIEL

por Milena Fernanda Alcivar Vidal

Fecha de entrega: 21-jun-2024 04:30p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2405927892

Nombre del archivo: TURNITIN_ALCIVAR_MILENA.docx (875.08K)

Total de palabras: 4561

Total de caracteres: 25934

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ALCIVAR VIDAL MILENA FERNANDA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Innovaciones de los métodos diagnósticos del cáncer de piel, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

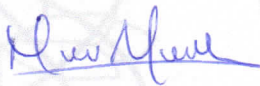
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de julio de 2024



ALCIVAR VIDAL MILENA FERNANDA
0706676988

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El cáncer de piel es una de las patologías más comunes, representando el 10% de todas las neoplasias. Según la OMS, su incidencia ha aumentado, con 2 a 3 millones de casos de cáncer de piel no melanoma y 132,000 de melanoma registrados anualmente, este último responsable del 80% de las muertes por cáncer de piel. Los factores de riesgo incluyen la raza blanca, exposición diaria a rayos ultravioleta, vivir en zonas ecuatoriales o de alta altitud, nevus, edad avanzada, antecedentes familiares y la inmunosupresión. En Ecuador, el cambio climático ha incrementado los casos, en respuesta, se han desarrollado nuevas tecnologías diagnósticas que mejoran la detección temprana y la precisión diagnóstica, ofreciendo métodos menos invasivos y más cómodos para los pacientes.

OBJETIVO: Describir las innovaciones en los métodos diagnósticos del cáncer de piel evaluando su efectividad en mejorar la detección temprana y precisión diagnóstica del mismo.

METODOLOGIA: Revisión bibliográfica de artículos de alto impacto científico nacional e internacional, en revistas indexadas como Elsevier, Scielo, Medigraphic, Researchgate, Pubmed, dentro de los últimos 5 años, misma que fue llevada a cabo durante junio del año 2024.

CONCLUSIÓN: Las innovaciones en métodos diagnósticos del cáncer de piel, como la dermatoscopia digital, microscopía, tomografía e inteligencia artificial, mejoran la precisión y eficiencia del diagnóstico. Estas tecnologías permiten una detección temprana y manejo efectivo, beneficiando tanto a pacientes como a profesionales. Sin embargo, sus altos costos y dependencia del operador limitan su disponibilidad.

Palabras clave: *Cáncer de piel, Diagnóstico médico, Innovaciones tecnológicas, Métodos diagnósticos*

ABSTRACT

INTRODUCTION: Skin cancer is one of the most common pathologies, representing 10% of all neoplasms. According to the WHO, its incidence has increased, with 2 to 3 million cases of non-melanoma skin cancer and 132,000 cases of melanoma recorded annually, the latter responsible for 80% of skin cancer deaths. Risk factors include white race, daily exposure to ultraviolet rays, living in equatorial or high-altitude areas, nevi, older age, family history, and immunosuppression. In Ecuador, climate change has increased cases; in response, new diagnostic technologies have been developed that improve early detection and diagnostic accuracy, offering less invasive and more comfortable methods for patients.

OBJECTIVE: Describe innovations in skin cancer diagnostic methods, evaluating their effectiveness in improving early detection and diagnostic accuracy.

METHODOLOGY: Bibliographic review of articles of high national and international scientific impact, in indexed journals such as Elsevier, Scielo, Medigraphic, Researchgate, Pubmed, within the last 5 years, which was carried out during June 2024.

CONCLUSION: Innovations in skin cancer diagnostic methods, such as digital dermoscopy, microscopy, tomography and artificial intelligence, improve the accuracy and efficiency of diagnosis. These technologies allow early detection and effective management, benefiting both patients and professionals. However, its high costs and operator dependence limit its availability.

Keywords: *Skin cancer, Medical diagnosis, Technological innovations, Diagnostic methods*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
DESARROLLO.....	6
CONCLUSIÓN	17
BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características dermatoscópicas del cáncer de piel	9
Tabla 2. Terminología esencial en la inteligencia artificial	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Criterios de sospecha ABCDE	7
Figura 2. Carcinoma de células basales bajo MCR	12

INTRODUCCIÓN

El cáncer de piel es el tipo más común de tumor maligno a nivel mundial, cuya incidencia sigue en aumento, según datos de la Organización Mundial de la Salud, la clasificación divide en melanoma y no melanoma, incluyendo este último al carcinoma de células basales y al carcinoma de células escamosas (1).

Según las estadísticas al grupo de cáncer no-melanoma se le atribuyeron cerca de 3 millones de casos, y su contraparte, el melanoma, con menor cantidad de diagnósticos, sin embargo, causante de mortalidad mucho más significativa se acerca a los 130000 diagnósticos de neoplasias malignas (1).

Fisiopatológicamente, se producen alteraciones en el ADN debido a la radiación solar, las cuales solo pueden derivar en cáncer de piel si son continuas y repetidas, provocando un proceso de replicación del material genético mutado. Estas mutaciones pueden afectar los alelos de genes encargados de la proliferación de células tumorales a través de codificación de proteínas, o aquellos que inhiben la función de dichas células, hablamos de protooncogenes, y genes supresores de tumores, respectivamente (2).

Ciertamente, existen situaciones que predisponen a esta patología, entre los cuales destacan; la exposición prolongada y sin protección a la radiación ultravioleta, pertenecer a los fototipos I y II, tener antecedentes familiares de cáncer de piel, la presencia de múltiples lunares atípicos, la edad, debido a la acumulación de daños en la piel a lo largo del tiempo (2).

En nuestro país, el calentamiento global es la principal causa de la creciente tendencia de casos nuevos de cáncer de piel, debido al daño irreparable de la capa protectora de ozono. De acuerdo a la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA), hay un riesgo latente de exposición a la luz ultravioleta, especialmente en la región Sierra que se encuentra a mayor altitud, como la capital, Quito, situada cerca de los 3000 metros. Las estadísticas se han incrementado hasta el 70% con relación al sexo desde finales de la década de los 80 de acuerdo con informes del Registro Nacional de Tumores de Ecuador (1).

En respuesta al número considerable de lesiones preneoplásicas, se han desarrollado nuevas tecnologías y estrategias diagnósticas que buscan abreviar los procesos diagnósticos de lesiones malignas que llegan a ser tediosos. Estas mejoras no solo permiten una detección más temprana y precisa, sino que también al ser menos invasivos, dan mayor comodidad y seguridad a los pacientes. Este trabajo tiene como

objetivo revisar y describir las principales innovaciones en los métodos diagnósticos del cáncer de piel, evaluando su efectividad en mejorar la detección temprana y la precisión diagnóstica, y explorando su implementación en la práctica clínica (3).

DESARROLLO

Según el Instituto Nacional del Cáncer, “el cáncer de piel es aquel que se forma en los tejidos de la piel”, e incluye al melanoma, carcinoma de células basales y carcinoma de células escamosas según su el estrato de piel afectado (4).

La piel se compone de dos estratos: el superior, o epidermis, compuesta por células epiteliales y melanocitos pigmentados; y la capa inferior, conocida como dermis, que contiene tejido conectivo con vasos sanguíneos, folículos pilosos y glándulas sudoríparas. El melanoma maligno se origina por mutaciones en los melanocitos, mientras que el cáncer cutáneo no-melanoma, que se desarrolla en la epidermis, es el tipo más común a nivel mundial y engloba al cáncer escamocelular y basocelular dependiendo del tipo de células afectadas (5).

El carcinoma basocelular, surge de células basales y estroma fibroso, siendo el tipo más común dentro de estas neoplasias y generalmente tiene baja malignidad. Aparece en zonas con exposición solar habitual, especialmente en el centro de la cara, y raramente en palmas, plantas de los pies o mucosas. Se distingue por su lento crecimiento y su poca tendencia a metastatizar, aunque puede causar daños locales en la piel, el tejido subcutáneo, el cartílago y el hueso (6).

El carcinoma espinocelular se distingue del basocelular, por su génesis en células compuestas de queratina predominantes de la epidermis y zonas adyacentes. Este tipo de cáncer afecta tanto la piel como las mucosas, siendo más invasivo y con capacidad para provocar diseminación fuera del sitio principal. Se sitúa en un lugar ligeramente menor en frecuencia después del basocelular y manifestarse de forma intraepitelial, también llamado enfermedad de Bowen, o de forma infiltrante. (7).

Diagnóstico

El diagnóstico involucra la recopilación de datos en la historia clínica, examen físico enfocado en la búsqueda de signos sugestivos de melanoma. Esta revisión se centra en la llamada regla ABCDE (Figura 1), que describe los signos de alerta de los tipos más comunes de melanoma: A por asimetría, B por la irregularidad de los bordes, C por el color, D por el diámetro y E por la evolución. Después de esta evaluación, generalmente se extrae una muestra de la lesión sospechosa, procedimiento conocido como biopsia para confirmar el diagnóstico y determinar el estadio del melanoma (8).

Figura 1. Criterios de sospecha ABCDE



Fuente: Polo J, Banda D, Fuentes J, Antepara W. Cáncer de piel. Melanoma. RECIAMUC. 2023 Febrero; 7(1): p. 530-538.

Según una revisión en Cochrane para determinar el desempeño del autoexamen cutáneo individual y realizado por el profesional dermatólogo, estas estrategias a pesar del amplio sesgo, concluyen que no existe evidencia para recomendar o rechazar el cribado de melanoma (autoexamen o examen médico) en población general adulta (9).

Según expertos en prevención del cáncer existe una recomendación firme de que se lleven a cabo pruebas sistemáticas de detección de cáncer en poblaciones con riesgo significativo para identificar lesiones premalignas. Por otro lado, no se aconseja llevar a cabo el mismo protocolo en individuos con riesgo promedio. Además, se debe orientar a la población en el uso de pantallas solares, y evitar la exposición en cámaras de bronceado, este último punto con significativa evidencia de apoyo (9).

Biopsia

La biopsia de piel juega un papel importante en la evaluación dermatológica al confirmar la sospecha diagnóstica, lo que la hace indispensable. También se pueden obtener datos morfológicos que permiten clasificar la lesión, evaluar sus límites y determinar si la lesión ha sido completamente extirpada. (10)

El carcinoma basocelular tiene características distintivas del carcinoma que incluyen la presencia de pequeñas células basaloideas, con núcleos oscuros, disposición en forma de empalizada en el borde y poco citoplasma. Estas células están encapsuladas por un estroma fibromixoide con notable retracción. (11).

En el carcinoma epidermoide la histología reporta células escamosas tanto típicas como atípicas, diferenciadas por una mayor división celular, características mitóticas irregulares, núcleos hiper cromáticos y falta de conexiones intercelulares. Además

proliferación de queratinocitos atípicos con pleomorfismo celular y nuclear, nucléolos prominentes, células multinucleadas y figuras mitóticas atípicas (12).

La histología del melanoma, debe precisar el nivel de Clark, espesor de Breslow, tipo celular, índice mitótico, grado nuclear, infiltrado inflamatorio linfocitario, presencia de ulceración, áreas de regresión, angiotropismo y neurotropismo (13).

Dermatoscopia

Método de diagnóstico que implica el análisis de lesiones en piel, mucosas, e incluso uñas, a través de un lente magnificado, sencillo y práctico de usar, que a pesar del desarrollo de numerosas técnicas de microscopía y tomografía continúa siendo el estándar, permitiendo el diagnóstico desde lesiones melanocíticas hasta diversas enfermedades de la piel, sean inflamatorias, vasculares, colágenas e infecciosas (14).

Aunque se posee un conocimiento avanzado sobre las imágenes dermatoscópicas de diversas lesiones cutáneas, las incertidumbres diagnósticas son poco frecuentes. Clasificar correctamente una lesión puede prevenir consecuencias negativas para el paciente, especialmente si no se trata de un tumor maligno. Por esta razón, el diagnóstico mediante dermatoscopia debe enfocarse en equilibrar la sensibilidad para evitar sobrediagnósticos de lesiones benignas. En caso de duda, es menos prioritario realizar una biopsia por escisión y una evaluación histopatológica, reservándose estos procedimientos para casos con indicaciones más claras (14).

Previo a la implementación de la dermatoscopia en lesiones de piel se realizaba el diagnóstico a través de un examen clínico completo y se confirmaba por medio de la escisión de la lesión para posterior histología, esto involucraba biopsias innecesarias de tejidos benignos diagnosticados erróneamente como malignos, este era el caso de las, nevos pigmentados, queratosis y lentigo (15).

El uso de la dermatoscopia, hoy en día es un procedimiento indispensable durante el examen físico en la consulta dermatológica, debido a que es fácil de usar, indolora, proporciona diagnósticos más acertados, sobre todo en el carcinoma basocelular, facilitando la distinción entre el resto de lesiones cutáneas pigmentadas, tumores malignos y patologías inflamatorias (16).

Tabla 1. Características dermatoscópicas del cáncer de piel

Carcinoma basocelular	Carcinoma Espinocelular	Melanoma
<ul style="list-style-type: none">• Nidos ovoides azul-gris• Esferas azul-gris• Trazos azul-gris• Estructuras en hoja de arce• Telangiectasias delgadas y arborescentes• Múltiples erosiones• Estructuras blancas luminosas	<ul style="list-style-type: none">• Vasos arborizantes o bandas desenfocadas• Ulceración o costras• Nidos ovoides grises y azules• Hiperqueratosis• Escamas superficiales.	<ul style="list-style-type: none">• Red atípica• Regresión >50% de la superficie de la lesión• Áreas hiperpigmentadas irregulares.• Marcas cutáneas prominentes• línea angulada

Fuente: Michalak-Stoma A, Malkinska K, Krasowska D. Usefulness of dermoscopy to provide accurate assessment of skin cancers. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2021 Junio; 14: p. 733-746. Álvarez-Salafranca M, Ara M, Zaballos P. Dermatoscopia del carcinoma basocelular: revisión actualizada. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. 2021 Abril; 112(4): p. 330-338.

Un ensayo de intervención secuencial demostró que el uso de dermatoscopia por parte de proveedores de atención primaria capacitados mejoró la sensibilidad en el diagnóstico de melanoma y redujo la proporción de escisión benigna/maligna al evaluar la estabilidad de la lesión (17).

Se presentan desafíos adicionales a medida que los médicos incorporan la teledermoscopia junto con las imágenes de lesiones macroscópicas en la práctica diaria. Si un médico no reconoce las estructuras o las interpreta incorrectamente, esto disminuye la precisión del diagnóstico. La precisión del diagnóstico también puede verse aún más comprometida si las lesiones se diagnostican sin contexto clínico y sin un examen físico (es decir, palpación, estiramiento de la piel, dolor a la palpación)³⁴. Se debe disponer de educación básica y continua para los profesionales y de dermatoscopios adecuados con accesorios (17).

Además, a medida que aumenta el uso de la dermatoscopia en campos fuera de la dermatología, existe la necesidad de una educación dermatoscópica adecuada dentro del primer nivel de atención. Los dermatoscopios en esta área pueden informar las decisiones de biopsia y derivación oportuna a dermatología, con diagnósticos mucho más exactos y facilitar la detección temprana del melanoma y el carcinoma de células basales. Marwaha et al. demostraron que existe hasta un 9% más de probabilidad de detección de cáncer con el uso de dermatoscopios en comparación con la derivación directa. En comparación con las fotografías clínicas solas, el uso de dermatoscopios por parte de proveedores de atención primaria bien capacitados también puede mejorar el

acceso a la atención dermatológica para poblaciones desatendidas, reducir los tiempos de espera, permitir el monitoreo continuo de las lesiones a lo largo del tiempo y mejorar la detección de lesiones sospechosas (17).

Dermatoscopia digital

Herramienta que hace un mapeo de la lesión y almacena las imágenes visualizadas, para así evaluar posibles cambios conforme pasa el tiempo, sea en su morfología, pigmentación (18).

También llamada microscopía de epiluminiscencia se empleó en un principio para el diagnóstico exclusivo del melanoma, pero fue evolucionando hasta detectar otros tipos a cáncer de tipo no melanoma. El uso de este método permite visualizar hasta la dermis, sin tener en cuenta la dificultad que representa la refracción que del estrato córneo. Según la evidencia, podría utilizarse luego del examen físico y previo a la biopsia (7).

En la forma digital de la dermatoscopia, existe un esfuerzo continuo para estandarizar la adquisición de imágenes dermatológicas digitales para facilitar el análisis de datos y mejorar la colaboración entre expertos.

Tomografía de coherencia óptica

La Tomografía de coherencia óptica (OCT) es un sistema diagnóstico que utiliza la reflexión de luz infrarroja para lograr imágenes altamente precisas y de alta resolución de partes específicas o secciones del cuerpo, una tecnología muy similar a la de los ultrasonidos. De manera que se puede utilizar para obtener información estructural y funcional a partir de imágenes en tiempo real. En el carcinoma basocelular, pueden visualizarse daños debajo de la epidermis con buena delimitación, que emite menos señales que aquel no lesionado (19) (20).

Permite la visualización del estrato córneo, la epidermis, la dermis superior, los apéndices y los vasos sanguíneos. Se utiliza para visualizar ambas formas de cáncer de piel, para el diagnóstico y la delimitación de tumores, otros usos también incluyen controlar la progresión de procesos inflamatorias, infecciosos, así como la cicatrización de heridas e incluso el envejecimiento. El inconveniente radica en la incapacidad de visualizar células individuales ya que posee menor resolución que la histología, por lo que limita sus capacidades de diagnóstico. Los dispositivos son caros y necesitan formación avanzada. (21).

Cuando se usó en combinación con la evaluación clínica para la evaluación de lesiones no pigmentadas sospechosas de carcinoma basocelular, la adición de OCT no mejoró significativamente la sensibilidad, pero la especificidad aumentó significativamente del 29% mediante evaluación clínica al 54% usando dermatoscopia y al 75% con la adición de OCT (22)

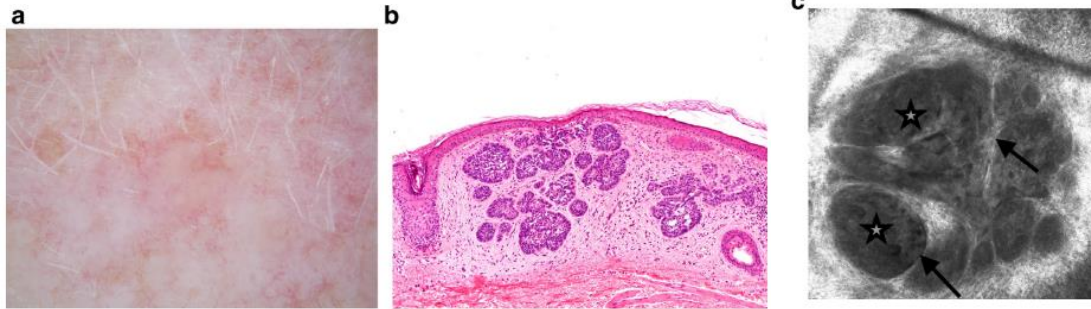
El dispositivo de imagen no invasivo ideal tendría una profundidad de imagen ilimitada y una resolución subcelular equivalente a las imágenes histológicas. Sin embargo, las técnicas actuales deben equilibrar entre profundidad y resolución. Por ejemplo, el ultrasonido de alta frecuencia (HFUS, por sus siglas en inglés) tiene la mayor profundidad de imagen, pero la resolución de imagen más baja de las modalidades que se aplican actualmente a las imágenes de la piel. Del mismo modo, la MCR puede lograr una "resolución celular", pero la profundidad de las imágenes está restringida a la epidermis y la dermis superficial (papilar). Aunque existen varias variantes de OCT, se encuentran entre HFUS y RCM. La ventaja única de la OCT es que no es contacto. Alcanza altas resoluciones axiales de 3-15 μm con una profundidad de penetración de 0,4-2 mm, lo que lo hace útil para definir límites estructurales, pero no a una resolución celular (22).

Microscopía confocal de reflectancia

La microscopía confocal reflectante (MCR) proporciona imágenes similares a las que se obtiene en la histología, al tener un poder de resolución cerca de los 0.25mm, es decir que puede visualizar desde la epidermis hasta estructuras mucosas de forma no invasiva (23).

El principio de MCR implica el uso de una fuente de foco que ilumina un punto focal en la piel, la imagen reflejada se muestra en un detector después de pasar a través de un pequeño orificio, lo que permite detectar solo el área enfocada. La tecnología de este método se basa en el uso de un láser de baja potencia (láser de diodo), que emite luz infrarroja de 830 nm y es comparable a la resolución de las imágenes histopatológicas de 30 \times . Existe una excelente correlación entre histología y MCR, siendo la MCR un puente entre la clínica, la dermatoscopia y la histopatología (24).

Figura 2. Carcinoma de células basales bajo MCR



Carcinoma de células basales. (A) La vista dermatoscópica muestra una pápula de color blanco lechoso con vasos sanguíneos dilatados. (B) La tinción con hematoxilina y eosina muestra islas basaloides con áreas con retracción estromal. (C) El mosaico de microscopía confocal de reflectancia muestra agregados neoplásicos que consisten en islas hiporrefractiles, "siluetas oscuras" (estrellas), rodeadas de colágeno espeso y brillante (flechas).

Fuente: Shahriari N, Rabinovitz H, Oliviero M, Grant-Kels JM. Reflectance confocal microscopy: Melanocytic and nonmelanocytic. *Clinics in Dermatology*. 2021 Agosto; 39(4): p. 643–656.

La visualización de estructuras con microscopía confocal se basa en la diferencia en la refracción de la luz. Las estructuras con un índice de refracción alto aparecen brillantes y blancas, mientras que las estructuras con un índice de refracción bajo aparecen negras. La melanina y la queratina tienen un índice de refracción de 1.7 y 1.5 respectivamente, lo que permitirá reconocer estructuras como; melanocitos, queratinocitos pigmentados y los melanófagos y neoplasias de queratinocitos (24).

Este método no está dirigido al diagnóstico del cáncer de piel, en cambio, se ha encontrado uso en situaciones en las que predomine la estética adultos con lesiones en áreas cosméticamente sensibles (por ejemplo, la cara) o regiones con mala cicatrización de heridas, como las extremidades inferiores (25).

Algunas limitaciones son la intensidad de la potencia del láser no logra un nivel uniforme de iluminación en todas las imágenes para funcionar correctamente, se producen áreas sobresaturadas o poco iluminadas. Esto tiende a ocurrir en áreas con una transición brusca de brillo (por ejemplo, cerca de los folículos pilosos). En piel palmoplantar la unión dermo-epidérmica puede ser difícil de visualizar debido al espesor de la epidermis (25).

En una revisión sistemática previa de datos agrupados de cinco estudios que evaluaron la precisión de la microscopía para diagnosticar melanoma, se encontró que tiene una sensibilidad por lesión del 93% y una especificidad del 76% (25). Un estudio

prospectivo encontró que la MCR aumentó significativamente la confianza de los médicos en el diagnóstico de lesiones dermatoscópicamente equívocas (26).

Además, permite en gran parte de los reportes, confirmar la sospecha de carcinoma basocelular y así permite al médico proceder directamente al tratamiento definitivo. Un análisis conjunto de 25 estudios estableció una sensibilidad y especificidad general de la MCR de 79%-100% y 78%-100%, respectivamente, para el carcinoma espinocelular, la forma in situ y el queratoacantoma. Para todas las formas de cáncer de piel, un metaanálisis que agrupa 21 estudios (3108 pacientes, 3602 lesiones) demostró una sensibilidad general del 94% y una especificidad del 83% (26).

Ecografía de alta frecuencia

Técnica usada en múltiples especialidades que de igual forma se puede aplicar desde la evaluación, durante el acto quirúrgico y el monitoreo de áreas resecaadas. El ultrasonido de alta frecuencia (HFUS) se logró al introducir transductores con frecuencia por encima de 15 MHz e hizo posible delimitar los márgenes de tumores, basado en la diferencia de refracción entre el área tumoral hipoecogénica y la región perilesional que es hiperecogénica. Alcanza mayor profundidad para visualizar tejidos que en la tomografía, pero con calidad inferior al primer estudio (27) (28).

Este método es específico para definir márgenes, profundidad respuesta terapéutica de tumores malignos, más que para el diagnóstico. De esta forma discernir entre las variantes del carcinoma espinocelular, la invasión a otros tejidos u órganos en el caso de formas malignas. En el caso del cáncer de células basales, permite valoración a gran escala, delimita el espesor del tumor, aquellos con capacidad de reaparición y clasificación de pacientes que requieran cirugía u otro tratamiento (27).

Algunos desafíos del uso de ultrasonido incluyen dificultades para diferenciar el espesor de los melanomas y sobreestimarlos, en presencia de infiltrado inflamatorio, además se obtiene menor calidad de imagen en pieles más maduras y con señales de fotoenvejecimiento. Asimismo, tiene problemas para distinguir los tejidos hipoecoicos como el celular subcutáneo. Cabe mencionar que este estudio es operador-dependiente y no existe un banco de imágenes que se puedan tomar como referencia a la hora de establecer un diagnóstico (27).

Las estadísticas demuestran un aumento modesto pero significativo en la precisión diagnóstica con el ultrasonido de alta frecuencia. A pesar de esta correlación, también pueden existir otras limitaciones por la presencia de un artefacto de sombra acústica debido a la reflexión de las ondas ultrasónicas por el estrato córneo engrosado e hiperqueratósico, que puede oscurecer los límites de la lesión. Otro estudio por Altamura et al., con el objetivo de determinar la exactitud de este método en el diagnóstico de carcinoma basocelular, demostró una alta tasa de sensibilidad (87%). Por lo tanto, autores sugieren el uso de esta tecnología como herramienta diagnóstica preoperatoria del carcinoma espinocelular, pero no como el único método de diagnóstico (28).

Tomografía multifotón

La tomografía multifotónica es un nuevo método de examen no invasivo en el diagnóstico clínico de lesiones cutáneas basado en la excitación específica de moléculas fluorescentes endógenas en la piel y permite un examen de alta resolución de la piel humana a nivel subcelular sin dañar el tejido circundante. Por eso también se denomina biopsia óptica. La interpretación manual de los datos multifotónicos es tediosa porque se deben evaluar datos extensos (29).

En el estudio de Lange se extrajeron las siguientes características a nivel celular y subcelular para diferenciar entre melanomas malignos, lesiones y piel sana: simetría celular, distancia celular, densidad celular, contraste de células y núcleo, proporción de células del núcleo y homogeneidad del citoplasma. Las características extraídas formaron la base para la clasificación posterior. Los mejores resultados de clasificación se obtuvieron utilizando el primer conjunto de características con una precisión del 52 % y 79,6 % para melanoma maligno y piel sana, respectivamente (29).

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial se define como un conjunto de software capaz de resolver problemas mediante el procesamiento rápido y repetitivo de grandes volúmenes de datos. Estos sistemas, codificados con diversos algoritmos, permiten aprender de manera automática a partir de características y patrones identificados en los datos, similar al pensamiento humano (30).

La mayoría de las referencias a la IA se utilizan ahora a menudo como un término intercambiable con "aprendizaje automático" o "aprendizaje profundo", siendo este último una forma específica de aprendizaje automático que se analiza con más detalle a continuación (Tabla 2). El aprendizaje automático usa a algoritmos y fórmulas por medio de las cuales, es entrenada para obtener mejores respuestas (31).

Tabla 2. Terminología esencial en la inteligencia artificial

Aprendizaje automático	Algoritmos y modelos estadísticos que están programados para aprender de los datos, por lo tanto, reconocer e inferir patrones dentro de ellos. Esto permite que las computadoras realicen tareas específicas sin instrucciones explícitas de un operador humano
Aprendizaje supervisado	Se refiere a las tareas de aprendizaje automático en las que el objetivo es identificar una función que asigne mejor un conjunto de entradas (por ejemplo, una imagen) a su salida correcta (etiqueta). Esto se basa en el aprendizaje o entrenamiento en pares preemparejados.
Red neuronal	Los datos pasan a través de una serie de neuronas interconectadas, que se ponderan individualmente para hacer predicciones. Durante el entrenamiento, los datos pasan a través de la red de forma iterativa y las ponderaciones se ajustan continuamente para optimizar su capacidad de hacer coincidir la etiqueta con los datos.
Aprendizaje profundo	Se refiere a una red neuronal con múltiples capas de "neuronas" que tienen pesos ajustables (funciones matemáticas)
Red neuronal convolucional	Se refiere a un tipo de red neuronal en la que las capas aplican filtros para entidades específicas a áreas dentro de una imagen.

Fuente: Du-Harpur X, Watt F, Luscombe N, Lynch MD. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology*. 2020 Septiembre; 183(3): p. 423-430.

En las ocasiones en que se ha puesto este sistema, a menudo se ha descubierto que faltan redes neuronales. Por ejemplo, Han et al. lanzaron su red neuronal, entrenada en casi 20 000 imágenes de lesiones cutáneas de páginas web y al ser evaluada por otro autor con datos al que la red no había estado expuesta anteriormente, su rendimiento cayó logrando el diagnóstico correcto en sólo 29 de 100 lesiones. Como los algoritmos son fundamentalmente un reflejo de sus datos de entrenamiento, esto significa que, si el conjunto de datos de la imagen de entrada está sesgado de alguna manera, esto tendrá un impacto directo en el rendimiento algorítmico, que sólo será aparente cuando se prueban en conjuntos de datos completamente separados (31).

Los algoritmos de inteligencia artificial especialmente, de aprendizaje profundo demuestran alta precisión para clasificar lesiones preneoplásicas usando el método binario, que llega hasta el 100% de precisión, y para diferenciarlas de acuerdo a su

etiología (basal, escamoso, melanoma) se aproxima al 80%. En el estudio de Jaime usando el modelo de red neuronal convolucional obtuvo cerca del 90% de exactitud y sensibilidad para el diagnóstico de lesiones y diferenciar benignidad vs malignidad (32) (33).

Prevención

Una revisión sistemática del 2021 encontró que cerca del 60% de intervenciones relacionadas a la prevención primaria han sido más eficaces en comparación al resto, esto incluye la información a la comunidad mediante infografías, mensajes recordatorios, programas educativos (34).

La Asociación Española contra el Cáncer centra la prevención primaria en disminuir el factor causante de cáncer más importante, la exposición al sol y sus derivados, usar fotoprotección sobre todo en niños y personas con pecas y la biopsia de lesiones premalignas como parte de la prevención secundaria (34).

Es primordial fomentar el uso de factor de protección solar, y generar conciencia del daño que causa la exposición prolongada al sol, por medio de campañas preventivas, dirigidas a la población de elevado riesgo. Se ha demostrado que las campañas publicitarias requieren otro enfoque, ya que en la mayoría de los casos tienen impacto transitorio en los hábitos de uso de protección solar y demanda mayor producción y respaldo de los gobiernos locales para desarrollar políticas ambientales dirigidas a tener cambios significativos (35).

También es parte del trabajo del médico del primer nivel de atención ofrecer asesoramiento dirigido a la modificación de situaciones que aumenten la incidencia de cáncer, fomentar el uso de crema solar, y enfatizar dichas medidas en sujetos que tengan mayor predisposición, sean antecedentes o pertenezcan a las primeras categorías de fototipos de Fitzpatrick (9).

CONCLUSIÓN

Las innovaciones recientes en los métodos diagnósticos del cáncer de piel han aportado significativos beneficios a la detección y manejo de esta enfermedad. Entre estas mejoras diagnósticas destacan las tecnologías de imagen no invasivas como la dermatoscopia digital, la microscopía (MCR) y la tomografía (OCT), que permiten una evaluación más detallada y precisa de las lesiones cutáneas sin necesidad de múltiples biopsias.

La implementación de la inteligencia artificial en el análisis de imágenes ha optimizado el proceso diagnóstico, proporcionando una capacidad de detección precoz con altos niveles de precisión y reduciendo la tasa de errores diagnósticos. Estos avances tecnológicos facilitan la identificación temprana de melanomas y otros tipos de cáncer de piel, lo que es crucial para el tratamiento oportuno y mejora significativamente el pronóstico de los pacientes.

Además, estos métodos han demostrado ser útiles no solo en la detección inicial, sino también en el seguimiento y monitoreo de las lesiones cutáneas, permitiendo a los dermatólogos tomar decisiones más informadas sobre el manejo y tratamiento de los pacientes. La combinación de tecnologías avanzadas y el uso de inteligencia artificial representa un paso adelante en la lucha contra el cáncer de piel, ofreciendo herramientas más efectivas y menos invasivas que benefician tanto a pacientes como a profesionales de la salud.

Al desarrollar sistemas innovadores en la atención primaria se podría transformar el enfoque del diagnóstico del cáncer de piel, donde los médicos generales podrían utilizar dispositivos portátiles de dermatoscopia digital y aplicaciones de inteligencia artificial para realizar evaluaciones preliminares de lesiones cutáneas sospechosas y derivar de forma temprana al especialista en dermatología favoreciendo la prevención de la patología.

Sin embargo, estos avances también presentan ciertas desventajas. Los costos asociados con la adquisición y mantenimiento de equipos avanzados pueden ser significativos, lo que puede limitar su disponibilidad en algunos entornos clínicos, especialmente en áreas con recursos limitados, como la atención primaria. Además, muchas de estas

tecnologías son operador-dependientes, requiriendo formación especializada y experiencia para su uso efectivo. Esto puede resultar en variabilidad en los resultados y en la necesidad de programas de capacitación continuos para asegurar la precisión y consistencia del diagnóstico.

En resumen, las innovaciones en los métodos diagnósticos del cáncer de piel han mejorado considerablemente la precisión y la eficiencia del diagnóstico, contribuyendo a una detección temprana y a un manejo más efectivo de la enfermedad, lo que en última instancia mejora los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Salcedo Faytong M, Torres Chávez IA, Romero Urrea HE. Factores de riesgo que predisponen a la aparición del cáncer de piel un estudio de revisión. *Más Vita Rev Cienc Salud*. 2020 Diciembre; 2(3): p. 97-103. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1373575>
2. Medina Ramírez IN, Florez Sejin SE, Márquez Maurcia D, Vergara Gutiérrez MS, Villada Ruiz D, López Girón MA, et al. Puesta al día en el cáncer de piel: artículo de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Abril 2024; 8(2): p. 2192-204. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10658>
3. Pathania Y, Apalla Z, Salerni G, Patil A, Grabbe S, Goldust M. Non-invasive diagnostic techniques in pigmentary skin disorders and skin cancer. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2022 Febrero; 21(2): p. 444-450. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jocd.14547>
4. Instituto Nacional del Cáncer (NIH). Diccionario de cáncer del NCI. [Online].; 2023 [cited 2024 Junio 2. Available from: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/cancer-de-piel>.
5. Hasan N, Nadaf A, Jiba U, Sheikh A, Almalki W, Almuji S, et al. Skin cancer: understanding the journey of transformation from conventional to advanced treatment approaches. *Molecular Cancer*. 2023 Octubre; 22(168). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37803407/>
6. Ureña Vargas M, Sánchez Carballo R, Kivers Bruno G, Cerdas Soto D, Fernández Angulo V. Cáncer de Piel: revisión bibliográfica. *Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos*. 2021 Octubre; 5(5): p. 85-94. Available from: <https://revistacienciaysalud.ac.cr/ojs/index.php/cienciaysalud/article/view/347>
7. Figueroa-García L, Figueroa-García M, Sotolongo-Díaz D, Roque-Morgado M, Mirabal-Sánchez H, González-López M. Diagnóstico dermatoscópico y correlación clínica e histopatológica del carcinoma espinocelular. *Folia Dermatológica Cubana*. 2020; 12(3). Available from: <https://revfcd.sld.cu/index.php/fdc/article/view/140/201>
8. Polo J, Banda D, Fuentes J, Antepara W. Cáncer de piel. Melanoma. *RECIAMUC*. 2023 Febrero; 7(1): p. 530-538. Available from: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1044>
9. Marzo-Castillejo M, Bartolomé-Moreno C, Bellas-Beceiro B, Melús-Palazón E, Vela-Vallespín C. Recomendaciones de Prevención del Cáncer. Actualización PAPPS 2022. *Atención Primaria*. 2022 Octubre; 54(1): p. 102440. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-recomendaciones-prevencion-del-cancer-actualizacion-S0212656722001603>
10. Calderón P, Torres G, Medina B. Biopsia diagnóstica en dermatooncología. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*. 2020 Julio; 18(3): p. 233-235.

Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=96644>

11. Bautista M, Posso D. Histopatología, inmunohistoquímica y metástasis en pacientes con carcinoma basocelular: Revisión bibliográfica. *Rev Oncol Ecu.* 2021; 31(2): p. 93-103. Available from: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/08/1284421/a9-rv-histopatologia-inmunohistoquimica-y-metastasis-en-pacien_8u7FfOQ.pdf
12. Hernández Chacón J, Torres Morales S, Hernández Chacón E. Carcinoma epidermoide cutáneo, enfermedad de alta relevancia mundial. *Revista Médica Sinergia.* 2021 Noviembre; 6(11): p. e731. Available from: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/731>
13. Acosta A, Chiappe C. Diagnóstico de melanoma y nuevas tecnologías. *Dermatología Argentina.* 2023 Septiembre; 29(3): p. 100-106. Available from: https://www.researchgate.net/publication/376704803_Diagnostico_de_melanoma_y_nuevas_tecnologias
14. Michalak-Stoma A, Malkinska K, Krasowska D. Usefulness of dermoscopy to provide accurate assessment of skin cancers. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology.* 2021 Junio; 14: p. 733-746. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8254521/pdf/ccid-14-733.pdf>
15. Rodríguez L, Sotolongo D, Barrios M. Evaluación de la eficacia de la dermatoscopia para el diagnóstico del carcinoma basocelular. *Acta Médica del Centro.* 2020; 14(2): p. 152-160. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=95608>
16. Álvarez-Salafranca M, Ara M, Zaballos P. Dermatoscopia del carcinoma basocelular: revisión actualizada. *Actas Dermo-Sifiliográficas.* 2021 Abril; 112(4): p. 330-338. Available from: <https://www.actasdermo.org/es-dermatoscopia-del-carcinoma-basocelular-revision-articulo-S0001731020305147>
17. Deda L, Goldberg R, Jamerson T, Lee I, Tejasvi T. Dermoscopy practice guidelines for use in telemedicine. *npj Digital Medicine.* 2022 Abril; 5(1): p. 55. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41746-022-00587-9>
18. Mejía Posada MI, Gutiérrez Gómez M, Vásquez Trespalcios EM, Garces Abad MA, Londoño García AM, González Álvarez T. Cambios en la dermatoscopia digital en lesiones melanocíticas en 368 pacientes con diagnóstico de síndrome de nevus atípicos y su asociación con el desarrollo de melanoma: estudio de cohorte. *Actas Dermo-Sifiliográficas.* 2024 Febrero; 115(2): p. 130-136. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731023007123>
19. Dey R, Alexandrov S, Owens P, Kelly J, Phelan S, Leahy M. Skin cancer margin detection using nanosensitive optical coherence tomography and a comparative study with confocal microscopy. *Biomedical Optics Express.* 2022; 13(11): p. 5654-5666. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36733740/>

20. Álvarez Castillo A, Rodríguez Alfaro JM, Salas Boza A. Revisión sistemática del carcinoma basocelular. *Revista Médica Sinergia*. 2020 Mayo; 5(5). Available from: https://www.researchgate.net/publication/341377775_Revision_sistemica_del_carcinoma_basocelular
21. Jartarkar S, Patil A, Wollina U, Gold M, Stege H, Grabbe S, et al. New diagnostic and imaging technologies in dermatology. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2021 Agosto; 20(12): p. 3782-3787. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34652880/>
22. Wan B, Ganier C, Du-Harpur X, Harun N, Watt F, Patalay R, et al. Applications and future directions for optical coherence tomography in dermatology. *British Journal of Dermatology*. 2021 Junio; 184(6): p. 1014–1022. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32974943/>
23. Abarzua-Araya A, Bañuls J, Cabo H, Carrera C, Gamo R, González S, et al. Consenso de terminología en microscopia confocal de reflectancia en español mediante método Delphi. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. 2024 Marzo; 115(3): p. 258-264. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731023008451>
24. Braghiroli N, Sugerik S, Freitas L, Oliviero M, Rabinovitz H. The skin through reflectance confocal microscopy - Historical background, technical principles, and its correlation with histopathology. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2022 Noviembre; 97(6): p. 697-703. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9582891/>
25. Shahriari N, Rabinovitz H, Oliviero M, Grant-Kels JM. Reflectance confocal microscopy: Melanocytic and nonmelanocytic. *Clinics in Dermatology*. 2021 Agosto; 39(4): p. 643–656. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34809769/>
26. Shahriari N, Grant-Kels J, Rabinovitz H, Oliviero M, Scope A. Reflectance confocal microscopy. Part I. Principles, basic terminology, clinical indications, limitations, and practical considerations. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2021 Enero; 84(1): p. 1-14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32553679/>
27. Almirall Med. Nuevas técnicas diagnósticas en dermatología. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 14]. Available from: <https://dermatologia.almirallmed.es/actualizaciones/nuevas-tecnicas-diagnosticas-en-dermatologia/>.
28. Levy J, Barrett D, Harris N, Jeong J, Yang X, Chen S. High-frequency ultrasound in clinical dermatology: a review. *The Ultrasound Journal*. 2021; 13(24). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33877462/>
29. Lange I, Prinke P, Klee S, Piaątek Ł, Warzecha M, König K. Feature-based differentiation of malignant melanomas, lesions and healthy skin in multiphoton tomography skin images. *Current Directions in Biomedical Engineering*. 2022 Septiembre; 8(2): p. 45-48. Available from:

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cdbme-2022-1013/html?lang=en>

30. Guzmán Bucio S, Vega Memije ME. Inteligencia artificial en Dermatología. *Dermatol Rev Mex.* 2023; 67(6): p. 905-910. Available from: https://www.researchgate.net/publication/375998230_Inteligencia_artificial_en_Dermatologia
31. Du-Harpur X, Watt F, Luscombe N, Lynch MD. What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology.* 2020 Septiembre; 183(3): p. 423-430. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31960407/>
32. Martorell A, Martin-Gorgojo A, Ríos-Vinuela E, Rueda-Carnero J, Alfageme F, Taberner R. Inteligencia artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad? *Actas Dermo-Sifiliográficas.* 2022 Enero; 113(1): p. 30-46. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731021002957>
33. Jaime-Calva L, Castillejos-Fernández H, Franco-Árcega A, Miranda-Romagnoli P, Pérez-Cortés O. Clasificación de cáncer de piel utilizando aprendizaje profundo. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI.* 2022; 10(3): p. 147-152. Available from: https://www.researchgate.net/publication/363198882_Clasificacion_de_cancer_de_piel_utilizando_aprendizaje_profundo
34. Alonso-Belmonte C, Montero-Vilchez T, Arias-Santiago S, Buendía-Eisman A. Situación actual de la prevención del cáncer de piel: una revisión sistemática. *Actas Dermo-Sifiliográficas.* 2022 Septiembre; 113(8): p. 781-791. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731022003386>
35. Otero C, Sellanes S, Dufrechou L, Nicoletti S, Larre A. Prevención de Cáncer de Piel en el Hospital de Clínicas: ¿Qué sabe el personal de salud? *Anales de la Facultad de Medicina.* 2022 Junio; 9(1). Available from: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-12542022000101202
36. Martorell A, Martin A, Ríos E, Rueda J, Alfageme F, Taberner R. Inteligencia artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad? *Actas Dermo-Sifiliográficas.* 2022 Enero; 113(1): p. 30-46. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731021002957>
37. Jones O, Ranmuthu C, Hall P, Funston G, Walter F. Recognising Skin Cancer in Primary Care. *Adv Ther.* 2020 Enero; 37(1): p. 603–616. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6969010/>
38. Heibel H, Hooey L, Cockerell C. A Review of Noninvasive Techniques for Skin Cancer Detection in Dermatology. *American Journal of Clinical Dermatology.* 2020 Agosto; 21(4): p. 513-524. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32383142/>