DOI: 10.26820/reciamuc/9.(2).abril.2025.367-383
URL: https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1569
EDITORIAL: Saberes del Conocimiento
REVISTA: RECIAMUC
ISSN: 2588-0748
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión
CÓDIGO UNESCO: 32 Ciencias Médicas
PAGINAS: 367-383

Uso de la terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel: Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular

Use of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer: Review of the usefulness of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer, including basal cell carcinoma and squamous cell carcinoma

Uso da terapia fotodinâmica no tratamento do cancro da pele: Revisão da utilidade da terapia fotodinâmica no tratamento do cancro da pele, incluindo carcinoma basocelular e carcinoma espinocelular

Karla Tatiana Carrillo Espinal[1]; Rosa Tatiana Castillo Jima[2]; Emily Victoria Briones Loor[3]; Gema Lisbeth Sánchez Intriago[4]

RECIBIDO: 05/01/2025 **ACEPTADO:** 15/03/2025 **PUBLICADO:** 05/06/2025

1. Médica Cirujana; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; karla.carrillo8898@gmail.com; https://orcid.org/0009-0009-2864-4709
2. Médica Cirujana; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; tatycastillojima98@gmail.com; https://orcid.org/0009-0008-4471-9558
3. Médica Cirujana; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; emilyvbl10@gmail.com; https://orcid.org/0009-0004-4929-0499
4. Médica Cirujana; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; gemasanchez034@gmail.com; https://orcid.org/0009-0003-8421-3838

CORRESPONDENCIA

Karla Tatiana Carrillo Espinal
karla.carrillo8898@gmail.com

Guayaquil, Ecuador

© RECIAMUC; Editorial Saberes del Conocimiento, 2025

RESUMEN

El presente artículo científico realiza un análisis en relación con el uso de la terapia fotodinámica en el tratamiento del cáncer de piel. Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular. En cuanto al tratamiento metodológico de la investigación, se consideró el paradigma de la modernidad, donde se utilizó un enfoque cualitativo a través de una investigación documental, empleando como técnica el análisis de contenido. Finalmente, durante la construcción del mismo se pudo concluir que tratamiento fotodinámico para los carcinomas basocelular y carcinoma espinocelular suele ser efectivo, siendo una alternativa médica para el tratamiento de estas afecciones de la piel, siempre y cuando los pacientes no tengan que ser intervenidos quirúrgicamente, posee una serie de ventajas las cuales hacen que sea efectivo debido a que este no es invasivo, su tratamiento es localizado con baja toxicidad atacando el tejido dañado, pero no afectando el tejido sano. Sin embargo, una de las desventajas es los fotosensibiladores deben penetrar bien en el tejido y si esto no se logra minimiza su efectividad al colocarla al contacto con la energía lumínica de allí que han surgido nuevas alternativas a través del uso de la nanotecnología para mejorar no solo su penetración sino su distribución.

Palabras clave: Terapia fotodinámica, Carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular.

ABSTRACT

This scientific article analyzes the use of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer: Review of the usefulness of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer, including basal cell carcinoma and squamous cell carcinoma. Regarding the methodological treatment of the research, the paradigm of modernity was considered, where a qualitative approach was used through documentary research, employing content analysis as a technique. Finally, during its construction, it was concluded that photodynamic treatment for basal cell carcinomas and squamous cell carcinoma is usually effective, being a medical alternative for the treatment of these skin conditions, as long as patients do not have to undergo surgery. It has a series of advantages which make it effective because it is non-invasive, its treatment is localized with low toxicity, attacking damaged tissue but not affecting healthy tissue. However, one of the disadvantages is that photosensitizers must penetrate well into the tissue, and if this is not achieved, their effectiveness is minimized by placing them in contact with light energy. Therefore, new alternatives have emerged through the use of nanotechnology to improve not only their penetration but also their distribution.

Keywords: Photodynamic therapy, Basal cell carcinoma, and squamous cell carcinoma.

RESUMO

This scientific article analyzes the use of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer: Review of the usefulness of photodynamic therapy in the treatment of skin cancer, including basal cell carcinoma and squamous cell carcinoma. Regarding the methodological treatment of the research, the paradigm of modernity was considered, where a qualitative approach was used through documentary research, employing content analysis as a technique. Finally, during its construction, it was concluded that photodynamic treatment for basal cell carcinomas and squamous cell carcinoma is usually effective, being a medical alternative for the treatment of these skin conditions, as long as patients do not have to undergo surgery. It has a series of advantages which make it effective because it is non-invasive, its treatment is localized with low toxicity, attacking damaged tissue but not affecting healthy tissue. However, one of the disadvantages is that photosensitizers must penetrate well into the tissue, and if this is not achieved, their effectiveness is minimized by placing them in contact with light energy. Therefore, new alternatives have emerged through the use of nanotechnology to improve not only their penetration but also their distribution.

Palavras-chave: Photodynamic therapy, Basal cell carcinoma, and squamous cell carcinoma.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (1) indica que el cáncer es la principal causa de muerte en el mundo: en 2020 se atribuyeron a esta enfermedad casi 10 millones de defunciones, es decir, casi una de cada seis de las que se registran. El cáncer de piel es uno de los más frecuentes a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que en 2022 en el mundo se diagnosticaron más de 1,5 millones de nuevos casos de cáncer de piel (melanomas y no melanomas). Es uno de los tumores más frecuentes y los carcinomas cutáneos no melanoma son los cinco (5) en incidencia a nivel mundial.

Hay que indicar que la epidemiología en Latinoamérica, Ballesteros, Melena, Narváez 2020 (2) que cita (NMSC) señala que en Brasil, la incidencia reportada en hombres y mujeres para el año 2020 fue de 159.9 y 86.03 por 100 000 habitantes, respectivamente; en Colombia, para el mismo año, la incidencia fue de 102 por 100 000 habitantes. A nivel nacional, según Ballesteros, Melena, Narváez 2020 (2) el RNT de SOLCA, el cáncer de piel ocupa el segundo lugar en frecuencia de las patologías oncológicas en hombres y el tercero en mujeres. La exposición solar intensa desde la infancia, los antecedentes de quemaduras solares y el uso de cámaras de bronceado en el caso del melanoma son los principales factores de riesgo relacionados con el cáncer de piel. Actividades laborales al aire libre como la agricultura, la albañilería, la pesca, el lavado de ropa al exterior y el deficiente uso de medidas de protección como sombreros, bloqueadores o filtros solares, sumados al desconocimiento de los riesgos derivados del cáncer de piel, han contribuido al incremento de su incidencia.

Otros datos estadísticos suministrados por Ballesteros, Melena, Narváez 2020 (2) que cita a Sedina y Pérez expresan que: Ecuador está localizado en la latitud cero con una caída perpendicular de rayos solares y una duración de luz solar constante (12 horas diarias) durante todo el año. Al ser una zona ecuatorial, no presenta estaciones climáticas marcadas, sino “pisos climáticos” con variaciones de humedad entre seca y lluviosa sin cambios importantes en el flujo de radiación durante todo el año. Varias ciudades ecuatorianas son de gran altitud (1500-3500 metros sobre el nivel del mar) (6). La inversión de la matriz demográfica en Ecuador (mayor proporción de personas mayores de 65 años) y la intensa exposición a la radiación solar en ciudades de altura pueden incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de piel; sin embargo, el predominio de fototipos III y IV, fuertemente ligados al componente étnico ecuatoriano, se ha relacionado como un factor de protección frente al desarrollo de neoplasias cutáneas.

En la actualidad hay un sinnúmero de tratamientos contra el cáncer de piel, así como la posibilidad de una detección temprana que puede contribuir a la cura de esta afección cutánea. Para ello es importante realizar biopsias a fin de establecer el tipo de cáncer y el estadio de la enfermedad. Esto permitirá que el médico pueda considerar opciones de tratamiento tales como: quimioterapia, cirugía, inmunoterapia, radioterapias, terapias dirigidas y la terapia fotodinámica, a fin de atender al paciente de manera idónea y evitar la proliferación de células malignas.

Hay que destacar que el uso de la terapia fotodinámica, es una de las tecnologías para el tratamiento del cáncer, donde al paciente se le suministra fotosensibilizadores que se logra activar con luz que es la que permite la destrucción de las células cancerosas gracias a láser o LED que genera radicales libres que permitan la destrucción del celular y sin ocasionar daños a los tejidos sanos. En relación con este punto, Shi y Sadler 2020 (3) indican que: La fototerapia se ha mantenido como una opción de tratamiento fiable y frecuentemente elegida para muchas dermatosis, a pesar del desarrollo de diversos agentes biológicos

y medicinales sistémicos eficaces para la dermatología. Los principales aspectos que contribuyen al control de la actividad de la enfermedad son la inmunosupresión, la detención del ciclo celular y la alteración de la expresión de citocinas.

Asimismo, Shi y Sadler (3) expresan que los elementos esenciales de la PDT incluyen fotosensibilizadores. La citotoxicidad oscura reducida, la agregación específica del tumor, la fotocitotoxicidad mejorada, la fotosensibilidad cutánea reducida y la facilidad de aplicación son características de un fotosensibilizador ideal. Siendo este un tratamiento que ayuda a manejar distintas afecciones en la piel, desde las menos complejas hasta las más graves como el cáncer.

Por tal razón en el presente documento científico se hace un análisis de uso de la en terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel: Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular, esto permitirá ver con precisión el impacto en pacientes con estas afecciones, su ventajas y desventajas del tratamiento, así como las nuevas tendencias en el manejo de esta enfermedad cutánea.

Por tal razón, en el presente documento científico se hace un análisis de uso de la en terapia fotodinámica para el tratamiento del cáncer de piel. Donde se hace revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular, esto permitirá ver con precisión el impacto en pacientes con estas afecciones, sus ventajas y desventajas del tratamiento, así como las nuevas tendencias en el manejo de esta enfermedad cutánea.

Metodología

Para la construcción del presente artículo científico se consideró el paradigma de la postmodernidad, esto con la finalidad de hacer un abordaje teórico relacionado al uso de la en terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel: Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular. Para la búsqueda de la información y la construcción del cuerpo de investigación se consideró una investigación documental cuyo objetivo principal es la recopilación de documentos científicos que aporten valor al presente documento científico. En este sentido, Hernández-Sampieri y Mendoza (4), señalan que la función es: "Detectar, obtener y consultar la biografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio". En cuanto al propósito del estudio, se buscó analizar el uso de la en terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel: Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular.

Por tal razón, se procedió estudiar la información a través del análisis de contenido, donde se empleó criterios de selección de documentos que brindaran diversidad de información y temporalidad relacionada a terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel y su utilidad que tienen en el tratamiento de esta afección cutánea. Según Ander Egg (5), "integra diversos recursos que permiten abordar los eventos de estudio, hechos, situaciones, textos, autores, videos, cine, con el interés de profundizar en la comprensión". En este sentido se ubicó revistas e investigaciones que aportaron valor para la construcción de este documento científico.

Resultados

El cáncer de piel en la actualidad es una de las afecciones más comunes en el mundo y este se observa con mayor regularidad en consulta. Entre los más recurrentes en el mundo están el carcinoma de células basales y carcinoma de células escamosas, o también conocido como o epitelioma espi-

nocelular. En este sentido, Ballesteros, Melena, Narváez, 2021, (2) que cita a Castañeda y Eljure expresa que: El cáncer de piel se produce por la división y el crecimiento celular descontrolado con capacidad de invasión a tejidos sanos de alrededor y, en algunos casos, a otros órganos a distancia. Es la neoplasia maligna más frecuente a nivel mundial. La dermatoscopia y el acceso a biopsias han facilitado la detección temprana de mayor número de lesiones cutáneas.

Hay que destacar que, la American Cancer Society 2021(3) explica que: El cáncer se origina cuando las células en alguna parte del cuerpo comienzan a crecer de manera descontrolada. Existen muchos tipos de cáncer, pero todos comienzan debido al crecimiento sin control de células anormales. El crecimiento de las células cancerosas es diferente al crecimiento de las células normales. En lugar de morir, las células cancerosas continúan creciendo y forman nuevas células anormales. Las células cancerosas pueden también invadir o propagarse a otros tejidos, algo que las células normales no pueden hacer. El hecho de que crezcan sin control e invadan otros tejidos es lo que hace que una célula sea cancerosa. Las células se transforman en células cancerosas debido una alteración en el ADN. El ADN se encuentra en cada célula y dirige todas sus actividades. En una célula normal, cuando se altera el ADN, la célula repara el daño o muere. Por el contrario, en las células cancerosas el ADN dañado no se repara, y la célula no muere como debería. En lugar de esto, esta célula persiste en producir más células que el cuerpo no necesita. Todas estas células nuevas tendrán el mismo ADN dañado que tuvo la primera célula.

Clasificación del cancer de piel

Asimismo, American Cancer Society (3) habla de una clasificación del cáncer de piel, en ella expone que los canceres más comunes y otros menos frecuentes que se exponen a continuación:

Tabla 1. Clasificación del cáncer de piel

Melanomas	Los tipos de cáncer que se originan a partir de los melanocitos, las células de la piel que producen los pigmentos, se llaman melanomas. Los melanocitos también pueden formar crecimientos benignos llamados lunares.
Cánceres de los queratinocitos	Estos cánceres son por mucho, los tipos de cáncer de piel no melanoma más comunes. queratinocitos. La mayoría de los cánceres de los queratinocitos son carcinomas de células basales o carcinomas de células escamosas.
Carcinoma de células basales	Este cáncer no es sólo el tipo de cáncer de piel más común. Por lo general, surgen en las zonas expuestas al sol, especialmente la cabeza y el cuello. El carcinoma de células basales solía detectarse casi en su totalidad entre las personas de edad mediana o avanzada.

Carcinoma de células escamosa	El carcinoma de células escamosas suele crecer y propagarse más que el cáncer de células basales. Es más probable que se extienda a los tejidos grasos justo debajo de la piel, y tiene más probabilidades de propagarse a los ganglios linfáticos y/o a partes distantes del cuerpo, aunque esto sigue siendo poco común.
Tipos de cáncer de piel menos comunes	Carcinoma de células de Merkel. Sarcoma de Kaposi. Linfoma cutáneo (piel). Tumores de los anexos de la piel. Varios tipos de sarcomas.

Aquí se van a explicar los dos tipos de cáncer que se ven con mayor recurrencia en consulta médica dermatológica; uno de ellos es el carcinoma basocelular. El mismo es explicado por Casa, Ayala, Estévez y López 2024, (7) donde explica que este carcinoma es una pápula o nódulo superficial, de crecimiento lento, que deriva de determinadas células epidérmicas. Estos carcinomas se originan en los queratinocitos que están cerca de la capa basal, que a veces se denomina queratinocitos basales. Las metástasis son raras, aunque el crecimiento local puede ser muy destructivo. El diagnóstico se realiza por biopsia.

En la cuanto a la clasificación que realiza American Cancer Society (3) del cáncer de piel esta la sub divide en: células basales y células escamosas 2021, donde indica que: La mayoría de los cánceres de piel se traen a la atención del médico cuando la persona presenta señales o síntomas. Si usted tiene un área anormal de la piel que podría ser cáncer de piel, su médico usará ciertas pruebas y exámenes clínicos para determinar si se trata de un cáncer o de otro problema de la piel. También se pueden hacer otras pruebas si existe una probabilidad de que el cáncer de piel se haya propagado a otras áreas del cuerpo.

Asimismo, la American Cancer Society (3) señala que los carcinomas de células basales usualmente se originan sobre áreas que están expuestas al sol, especialmente la cabeza y el cuello, aunque pueden presentarse en cualquier parte del cuerpo. A menudo, aparecen como áreas planas, firmes y claras, o como áreas elevadas pequeñas de color rosado o como áreas rojas, translúcidas, brillantes y con apariencia nacarada que pueden sangrar después de una lesión menor. Pueden tener uno o más vasos sanguíneos anormales, un área hundida en el centro y mostrar áreas de color azul, café o negro. Los carcinomas basales grandes pueden tener áreas con secreciones o con costras. Los carcinomas de células escamosas pueden aparecer como protuberancias crecientes, a menudo de superficie áspera, escamosa o con costra. También pueden lucir como manchas planas rojizas en la piel que crecen lentamente. Suelen aparecer en

las áreas del cuerpo expuestas al sol, tales como la cara, las orejas, el cuello, los labios y el dorso de las manos. Con menor frecuencia, se forman en la piel del área genital. También puede surgir en cicatrices o llagas de la piel en otras partes del cuerpo.

El segundo cáncer de piel con mayor recurrencia es el carcinoma espinocelular este es explicado por American Cancer Society .2021 (3) y también conocido como epitelioma espinocelular, este tiene una estadística de dos de cada diez casos de cáncer de piel son carcinomas de células escamosas (también llamados cánceres de células escamosas). Las células en estos cánceres comparten características con las células escamosas vistas en las capas externas de la piel. Estos cánceres comúnmente aparecen en las áreas del cuerpo expuestas al sol, tales como la cara, las orejas, los labios y el dorso de las manos. También puede surgir en cicatrices o llagas crónicas de la piel en otras partes del cuerpo.

La American Cancer Society .2021 (3) explica que algunas veces comienzan en las queratosis actínicas. Con menor frecuencia, se forman en la piel del área genital. El carcinoma de células escamosas suele crecer y propagarse más que el cáncer de células basales. Es más probable que se extienda a los tejidos grasos justo debajo de la piel, y tiene más probabilidades de propagarse a los ganglios linfáticos y/o a partes distantes del cuerpo, aunque esto sigue siendo poco común. Los queratoacantomas son tumores en forma de cúpula que se encuentran en la piel expuesta al sol. Puede que comiencen a crecer rápidamente, aunque su crecimiento por lo general es lento. Muchos queratoacantomas se encogen e incluso desaparecen por sí solos con el transcurso del tiempo sin tratamiento, pero algunos pueden continuar creciendo y unos hasta pueden propagarse hacia otras partes del cuerpo. A menudo es difícil predecir su crecimiento, y muchos expertos en cáncer de piel los consideran un tipo de cáncer de piel de células escamosas y los tratan como tales.

Otra explicación es dada por Nambudiri (8) donde indica que el carcinoma de las células escamosas por lo general por su aspecto grueso, escamoso e irregular, si bien puede presentar diversas apariencias, de manera que el médico puede sospechar a partir de úlceras que aparecen en superficies expuestos al sol que no cicatrizan. El carcinoma de las células escamosas por lo general comienza como un área roja con una superficie escamosa y costrosa. A medida que crece, el tumor puede llegar a ser algo elevado y firme, a veces con una superficie verrucosa. Finalmente, el cáncer se convierte en una llaga abierta y crece en el tejido subyacente.

Factores de riesgo

Otro aspecto a mencionar son los factores de riegos que son asociadas a este tipo de cáncer como es la exposición de los rayos UV, sustancias químicas, genéticas e incluso el uso de ciertos medicamentos inmunosupresores por lo que se recomienda el uso de bloqueadores solares a fin de evitar daños que mermen la calidad de vida del paciente.

Manejo del cáncer de piel

Hay que destacar que existe distintos tratamientos para el cáncer uno más comunes por su efectividad es la terapia fotodinámica que es explicado por American Cáncer Society (3) donde señala que este tratamiento se usa un medicamento especial en líquido que se aplica a la piel. El medicamento se acumula en las células del tumor durante el transcurso de varias horas o días, y hace que las células sean sensibles a ciertos tipos de luz. Entonces se enfoca una fuente de luz especial en el tumor o tumores, causando la muerte de las células. Un posible efecto secundario de la terapia fotodinámica consiste en que puede ocasionar que la piel de la persona sea muy sensible a la luz por un período de tiempo. Por lo tanto, se necesitan tomar precauciones para evitar quemaduras graves. La terapia fotodinámica se puede usar para tratar las queratosis actínicas. Sin em-

bargo, aún falta determinar su papel exacto, si alguno, en el tratamiento de los cánceres de piel que no son melanoma.

En este mismo orden de ideas, Yaran, Juez, Berdimyrat, Mahmood y otros (9) habla de la terapia fotodinámica donde explica que el médico tratante utiliza agentes fotosensibilizantes, junto con luz, para producir especies reactivas de oxígeno capaces de destruir las células cercanas. Al exponer el fotosensibilizador a una longitud de onda de luz específica, se activa y genera oxígeno reactivo capaz de destruir células cancerosas, bacterias y otros microorganismos patógenos. La TFD se utiliza habitualmente en dermatología para el tratamiento de la queratosis actínica, el carcinoma basocelular y otras afecciones cutáneas.

Otra explicación es proporcionada por Collier y Rhodes (10) que señala que: La terapia fotodinámica (TFD), también llamada fotoradioterapia, fototerapia o foto-quimioterapia es un tratamiento que utiliza medicamentos especiales, a veces llamados agentes fotosensibilizadores, junto con luz para matar las células cancerosas. Los medicamentos sólo funcionan después de haber sido activados o "encendidos" por ciertos tipos de luz. Dependiendo de la parte del cuerpo que se está tratando, el agente fotosensibilizador se coloca en el torrente sanguíneo a través de una vena o se aplica en la piel. Durante cierta cantidad de tiempo el medicamento es absorbido por las células cancerosas. Luego, se aplica luz a la zona a tratar. La luz provoca que el medicamento reaccione y forme un tipo especial de molécula de oxígeno que elimina a las células. La TFD también podría ser útil al destruir los vasos sanguíneos que alimentan a las células cancerosas y al alertar al sistema inmunitario para que ataque al cáncer.

Ventajas de la terapia fotodinámica

Es importante hacer mención de las ventajas de la terapia fotodinámica (TFD) son diversas producto que este tratamiento es destruye las células cancerígenas y minimiza los efectos secundarios, enfocándose más en las células malinas, sin dañar el tejido sano, es un tratamiento localizado no siendo este invasivo como la cirugía. Otras de los aportes de este tratamiento es que reduce los riegos y este puede combinarse con otros tratamientos que mejora el tratamiento tumoral, no requiere de hospitalización no irrumpiendo las actividades cotidianas y minimizando costos por concepto de hospitalización. En relación a este aspecto Nacional Library of Medicine (11) explica con precisión las ventajas de este tipo de terapia y se expone a continuación:

Tabla 2. Ventajas de la terapia fotodinámica

Mínimamente Invasivo	La terapia fotodinámica (TFD) emplea fibra óptica y endoscopios para aplicar luz láser en el interior del cuerpo. Este método evita eficazmente el trauma y el dolor que suelen asociarse con cirugías como la toracotomía y la laparotomía.
Alta selectividad	Los fotosensibilizadores se concentran en los tejidos tumorales en niveles más altos que en los tejidos normales circundantes, y la reacción fotodinámica ocurre principalmente en las células

	cancerosas después de la exposición a la luz, causando un daño mínimo a los tejidos normales.
Baja Toxicidad	Los fotosensibilizadores solo desencadenan una reacción fototóxica en condiciones específicas de exposición a la luz, y las partes del cuerpo no expuestas a la luz no reaccionan, por lo que tienen poco impacto en otros órganos y tejidos.
Receptividad	Las células cancerosas no desarrollan resistencia a los fotosensibilizadores y los pacientes pueden someterse a PDT varias veces sin aumentar la toxicidad.
Flexibilidad	La PDT se puede utilizar en combinación con otros métodos de tratamiento, como cirugía, radioterapia y quimioterapia, para mejorar los resultados del tratamiento y ayudar a eliminar lesiones cancerosas ocultas.
Preservación de la integridad de los órganos	Para ciertos tumores, como el cáncer de laringe y el cáncer de piel, la PDT pueda tratar eficazmente el cáncer y minimizar el daño a la estructura y función del órgano afectado
Eliminación de lesiones cancerosas ocultas	La PDT puede detectar y tratar pequeños nidos de cáncer que son invisibles a simple vista a través del diagnóstico de fluorescencia, lo que reduce la posibilidad de recurrencia del tumor.
Cirugía sinérgica para mejorar la eficacia	La PDT se puede utilizar como complemento de la cirugía, reduciendo la carga tumoral o eliminando lesiones potenciales para mejorar las tasas de éxito quirúrgico y los resultados del tratamiento.

Activación de la inmunidad antitumoral	La PDT puede activar la respuesta inmunitaria antitumoral del cuerpo, lo que proporciona otro medio para que el cuerpo destruya las células cancerosas.
Amplia gama de tratamientos	La PDT no sólo es aplicable al tratamiento de varios tipos de cáncer, sino que también puede utilizarse para tratar algunas afecciones no malignas, como el acné y la psoriasis (11).

Desventajas de la terapia fotodinámica

Asimismo, la terapia fotodinámica (PDT) algunas tienen algunas desventajas debido a que hay efectos secundarios que puede generar por la emisión de luz como los fotosensibilizadores entre estos están: el enrojecimiento de la piel producto de las quemaduras, hinchazón, dolores y esta tiene limitaciones porque son aéreas de la piel, no tiene acción órganos porque es muy interno no logrando el objetivo que es impactar en los tejidos que tienen células malignas. A continuación, se amplía las desventajas de la terapia fotodinámica (TFD) estas son señaladas Nacional Library of Medicine (11):

Tabla 3. Desventajas de la terapia fotodinámica

La selectividad tumoral no es alta	Los fotosensibilizadores convencionales pueden distribuirse tanto en tejidos normales como tumorales, lo que resulta en una baja selectividad. Para mejorarla, los investigadores están desarrollando nuevos las células tumorales, por ejemplo, mediante moléculas fotosensibilizadores que puedan ser absorbidos específicamente por dirigidas a modificar los fotosensibilizadores y así aumentar su afinidad por los tejidos tumorales.
Penetración Insuficiente en el tejido	Los fotosensibilizadores deben tener suficiente penetración en los tejidos biológicos para su activación mediante energía lumínica. Los investigadores están explorando el uso de nanotecnologías, como las nanopartículas de oro (AuNP), para cargar fotosensibilizadores y mejorar su distribución y penetración en los tejidos tumorales.

Dependencia del oxígeno	La eficacia de la TFD depende de la presencia de oxígeno, y muchos tumores sólidos presentan hipoxia, lo que limita su eficacia. Para superar este problema, los investigadores han desarrollado fotosensibilizadores independientes del oxígeno, como nanopartículas fotosensibilizadoras que potencian el oxígeno y que se activan con baja irradiación lumínica. Esto puede aumentar la cantidad de oxígeno en el microambiente del tumor para potenciar el efecto de la TFD
Fotoestabilidad de los fotosensibilizadores	Algunos fotosensibilizadores pueden degradarse al exponerse a la luz, lo que afecta la eficacia del tratamiento. Para solucionar este problema, los investigadores están desarrollando otosensibilizadores más estables para mejorar su estabilidad y eficacia bajo la exposición a la luz.
Biodisponibilidad de fotosensibilizadores	Los fotosensibilizadores hidrosolubles tienen una capacidad limitada para penetrar las biopelículas, lo que dificulta su agregación en las células tumorales. Al combinar
	fotosensibilizadores con nanopartículas, se puede aumentar su biodisponibilidad y concentración en las células tumorales.
Fototoxicidad de los fotosensibilizadores	Los fotosensibilizadores pueden ser fototóxicos tras la exposición a la luz, lo que provoca daños en los tejidos sanos. Para reducir este riesgo, los investigadores están explorando el uso de fotosensibilizadores de baja toxicidad y reduciendo el impacto en los tejidos sanos mediante el control preciso de la dosis y el momento de la aplicación de la luz.
Optimización de las opciones de	Para mejorar la eficacia de la TFD, los investigadores están explorando el uso de otros tratamientos en combinación con la TFD,

tratamiento	como quimioterapia, radioterapia, inmunoterapia, etc., para mejorar el efecto del tratamiento. (11)

Otros puntos importantes hacer referencia de la terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel, son los agentes que utiliza llamados fotosensibilizantes. Esto es explicado por Yaran, Juez, Berdimyrat, Mahmood y otros (9) donde expone que, al exponerse a la luz, se vuelven tóxicos para las bacterias, células malignas y otras células enfermas. La terapia fotodinámica (TFD) se ha convertido en un método alternativo a los antibióticos, ya que es capaz de eliminar patógenos resistentes a estos. La TFD ofrece una serie de ventajas en comparación con los antibióticos tradicionales, como efectos secundarios mínimos, tiempos de tratamiento más cortos, mínima invasividad, menor costo, precisión en la focalización, uso repetido y posibilidad de uso ambulatorio.

De igual forma explica Yaran, Juez, Berdimyrat, Mahmood y otros (9) que el tratamiento con TFD consta de tres componentes clave: un fotosensibilizador, una fuente de luz y oxígeno tisular. El tratamiento de infecciones bacterianas mediante PDT se ha aplicado con éxito en dermatología y enfermedades oncológicas, donde se aplican colorantes de fenotiazina en el área de la piel infectada y luego se iluminan con luz roja. La PDT generalmente se realiza como un procedimiento ambulatorio; sin embargo, también se puede utilizar en combinación con cirugía, quimioterapia u otros medicamentos contra el cáncer, así como radioterapia.

Un fotosensibilizador eficiente debe tener una alta absorción en longitudes de onda largas (la transmitancia máxima del tejido cutáneo se encuentra en la región de 700 a 800 nm) para una penetración más profunda y un mejor acceso a tumores profundos. Idealmente, los PS deben tener un alto rendimiento cuántico de oxígeno singlete ($^{-}O_2$) que ataque bacterias, ser lo más selectivos posible con el tejido objetivo para evitar dañar las células sanas, eliminarse fácilmente del cuerpo, ser resistentes al fotoblanqueo, tener una toxicidad mínima en la oscuridad en ausencia de luz, tener una localización preferencial en tumores y ser anfifilicidad (9).

La Nacional Library of Medicine (11) expone que tanto la FDA como la EMA han aprobado fotosensibilizadores de primera y segunda generación para uso clínico en varias etapas del cáncer. Actualmente, los investigadores están trabajando en el desarrollo de fotosensibilizadores de tercera generación destinados a mejorar la especificidad para las células cancerosas y aumentar su acumulación en tumores.

Tabla 4. Generaciones de fotosensibilizadores

Primera Generación	Derivado de hematoporfirina (HpD)	Estas mezclas presentan una absorción de luz débil y una penetración mínima en los tejidos, lo que lleva a su acumulación en los tejidos normales y la piel, lo que puede causar una fototoxicidad significativa.

Segunda Generación.	Ácido 5-aminolevulínico (5-ALA), benzoporfirina (BPD) y porfirina de estaño	Estos fotosensibilizadores presentan una absorción de luz mejorada, una penetración más profunda en los tejidos y períodos de fotosensibilidad más cortos, lo que reduce el riesgo de sensibilidad después del tratamiento.
Tercera Generación		La mayoría de los fotosensibilizadores de tercera generación son versiones mejoradas de compuestos de segunda generación que utilizan agentes biológicos o sustancias químicas de reconocimiento para mejorar la localización de las lesiones. Además, entre los nuevos fotosensibilizadores se incluyen los independientes del oxígeno que oxidan el agua para producir radical hidroxilo que destruyen las células tumorales, así como los mejorados con nanotecnología para una mejor localización tumoral. Además, algunos de estos nuevos fotosensibilizadores pueden realizar eficazmente la terapia fotodinámica en entornos con bajo contenido de oxígeno.

En qué zonas del cuerpo son empleadas la terapia fotodinámica, esta es explicada por Paduraru, Serban, Mocanu, Vela, Mocanu (12) donde señala que es una técnica que se utiliza para tratar ciertos tipos de cáncer, incluyendo cáncer de piel, cáncer de cabeza y cuello y cáncer de pulmón temprano. El proceso implica la administración de un agente fotosensibilizante por vía intravenosa o tópica, seguido de la exposición del área afectada a la luz láser o LED. De esta forma se producen especies de oxígeno activadas que eliminan las células cancerosas. Esta terapia también estimula una respuesta inmunológica antitumoral al activar macrófagos, células Natural Killer (NK) y citotoxicidad linfocitaria.

Los componentes esenciales de la TFD son la luz y el oxígeno en presencia de un fotosensibilizador. El desarrollo de la TFD debe mucho a Dougherty, quienes desarrollaron fotosensibilizadores exógenos basados en hematoporfirina y aplicaron esta metodología a una variedad de cánceres humanos, incluido el CBC. Este trabajo condujo a la primera aprobación de la TFD por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU (12).

Una vez que se han explicado los componentes esenciales del TFD, se va hablar del principal fotosensibilizador que se utiliza ampliamente en la actualidad en el tratamiento del carcinoma basocelular es la PpIX. Esta se produce de forma endógena tras la aplicación tópica en la lesión del carcinoma basocelular del profármaco; por ejemplo, el ácido 5-aminolevulínico (ALA) o su éster más lipofílico, el metilaminolevuli-nato (MAL)(12).

El profármaco sufre una captación selectiva relativa por parte de las células del carcinoma basocelular en comparación con el tejido sano. Dentro de la célula del carcinoma basocelular, el ALA (en el que se puede convertir enzimáticamente el MAL) se metaboliza en las mitocondrias a través de la vía biosintética del hemo hasta la PpIX, el fotosensibilizador activo. A continuación, se inicia la fotosensibilización, en la que la molécula de PpIX absorbe la luz, lo que provoca una promoción de electrones desde el estado fundamental para producir un estado excitado de triplete. En presencia de oxígeno, la PpIX excitada produce especies reactivas de oxígeno (ROS), que median el daño celular y alteran la señalización celular y la apoptosis o necrosis (12).

El tratamiento contra el cáncer de piel, la clave de la terapia fotodinámica es la fuente de luz utilizada para irradiar la lesión a tratar. Los dispositivos utilizados deben garantizar que su espectro de emisión coincida con el espectro de absorción del fotosensibilizador, de modo que el tratamiento se administre directamente en el área afectada, sin irradiar tejido sano a niveles superficiales o profundos. Los valores de irradiación deben ser tiempos de tratamiento prolongados (7) .

Otro de los avances está relacionado dos aspectos importantes como es que estos dispositivos son fáciles emplear por los trabajadores de la ciencia de la salud y a su vez económico, siendo estos a su vez capaz de adaptarse a diferentes fotosensibilizadores.

Al respecto Navarrete (13) explica en su estudio que: El Desarrollo de un dispositivo para uso en terapia fotodinámica a base de diodos leds de diferente longitud de onda y de energía y dosis automatizada", diseñó un dispositivo de seis brazos orientados con tres LED por brazo, control de iluminación a través de aplicación informática instalada en dispositivo digital que transmite vía bluetooh instrucciones a controladores PWM 0/10V que alimentan por independiente a cada uno de los brazos. Determinación de pico espectral, ancho de banda espectral e irradiancia. Utilizando espectrorradiómetro doble monocromador MACAM SR-2271, esfera integradora Ulbrich y fuente doble PRO-MAX FAC-662B. Estudio estadístico representando valores medios en cada caso con desviaciones estándar inferiores a 2%. Análisis de compatibilidad fuente/molécula foto-sensible.

La primera versión se desarrolló estudio piloto sobre 5 pacientes diferentes (1 queratosis actínica, 1 queilitis actínica, 1 carcinoma basocelular superficial y 2 enfermedad de Bowen) y tras 1-2 sesiones de dosis total acumulada de 70-140 J/cm2, 100% de aclaramiento de las lesiones se obtuvieron. Los autores concluyeron que el dispositivo puede ser utilizado por cualquier profesional en el campo, ya sea con fines médicos o de investigación. Facilita el desarrollo de protocolos de tratamiento y ensayos con diferentes fotosensibilizadores (13).

Avances de la terapia fotodinámica

En cuanto todos los avances que, dado en el cáncer de piel, las terapias fotodinámicas se han podido demostrar a través de las investigaciones que TFD neoadyuvante reduce eficazmente las lesiones de células cancerígenas, pero hay zonas en el rostro que suelen ser complejas. Tratar las lesiones en los labios presenta desafíos únicos, que a menudo requieren intervención quirúrgica o radioterapia. Sin embargo, Jeremic indica que la ALA-TFD surge como una alternativa prometedora para lograr la remisión completa en estos casos (15).

Hay investigaciones como las de Yan, Wang, Li L., Zhang, Zhang, Tang (15) indican que una combinación de escisión superficial seguida de TFD adyuvante local puede producir resultados positivos para el cáncer de células escamosos ubicados en los labios. Al respecto, Zeng Zhou, Zhang, Yan y Wang (16) que si bien la ALA-TFD tradicional puede provocar un dolor considerable, lo que puede dificultar la tolerancia del paciente, la TFD modificada ha demostrado una mayor eficacia y una mejor tolerancia entre los pacientes.

La terapia fotodinámica empleada con ácido 5-aminolevulínico (TFD-M) es una nueva estrategia que ayuda al tratamiento del cáncer de células escamosas, donde este se ha observado a través de investigaciones que es eficiente para el manejo de estas afecciones cutáneas. El trabajo pionero de Chen (17) reveló que la TFD-M desencadena la piroptosis, una forma de muerte celular programada, en células de CEC a través de la vía de señalización ROS-JNK-NLRP3. Sus hallazgos indican que el uso de inhibidores dirigidos a NLRP3, JNK y ROS puede disminuir significativamente la piroptosis, así como la liberación de marcadores inflamatorios clave como N-GSDMD, caspasa-1 escindida e interleucina 1 beta (IL-1B) madura. Por otro lado, la activación de JNK puede mejorar el ensamblaje del inflamasoma NLRP3, promoviendo así la piroptosis. Esta investigación dilucida los mecanismos moleculares subyacentes mediante los cuales la TFD-M actúa en el tratamiento del CEC, proporcionando un valioso marco teórico para su aplicación clínica.

Zeng Zhou, Zhang, Yan y Wang (16) demuestran que la TFD-M inactiva eficazmente la vía Akt/mTOR mediada por ROS. Esta inactivación desempeña un papel crucial en la prevención de la fusión de autofagosomas con lisosomas, lo que posteriormente interrumpe el flujo autofágico en las células de CCE. Como resultado, se produce una acumulación de autofagosomas y una disminución de la actividad de las células de CCE. Los hallazgos de este estudio sugieren que la TFD-M es muy prometedora como tratamiento para el CCE, especialmente cuando se inhibe la autofagia para aumentar su eficacia terapéutica.

Finalmente, la Nacional Library of Medicine indica que los estudios e informes de casos que la combinación de TFD neoadyuvante con cirugía o tratamiento láser es eficaz para los NMSC, lo que resulta en una baja tasa de recurrencia y una buena tolerancia del paciente. La TFD neoadyuvante no solo reduce el riesgo de recurrencia, sino que también ayuda a prevenir la aparición de nuevos NMSC, que puede ocurrir debido a la cancerización del campo. Es recomendable adoptar un enfoque de equipo multidisciplinario para tratar eficazmente a los pacientes sometidos a TFD neoadyuvante. En resumen, la TFD neoadyuvante presenta una opción de tratamiento prometedora para los NMSC, especialmente en casos donde la cirugía puede no ser el método preferido. Además, esta terapia puede reducir significativamente la probabilidad de recurrencia e inhibir el desarrollo de nuevos NMSC que surgen de áreas con cambios precancerosos (11).

Conclusión

La terapia fotodinámica es efectiva para el tratamiento del cáncer de piel basocelular y carcinoma espinocelular, siendo una alternativa para aquellos pacientes que no requieren intervención quirúrgica, siendo esta una técnica innovadora, la cual se ha venido perfeccionando en el tiempo, debido a que la luz permite tratar la zona específicamente a tratar, no siendo invasivo para el paciente y atacando las células tumorales y no dañando el resto del tejido que no presenta células cancerígenas.

Se puede decir que la terapia fotodinámica no solo ha avanzado con los fotosensibilizadores de tercera generación, sino que ha buscado tener mayor efectividad para la detección y diagnóstico del cáncer de piel. Lo mismo ha ocurrido con el tratamiento, donde los especialistas han hecho uso de

medicamentos que permiten atacar el tejido con células cancerígenas, haciendo que este no sea invasivo y minimice los efectos secundarios en el tejido normal. En la actualidad, las investigaciones de cáncer de piel han desarrollado otras alternativas que permiten que el tratamiento sea más efectivo, donde se combina la terapia fotodinámica con otros métodos más invasivos, tales como la quimioterapia, radioterapia, inmunoterapia e incrementar la eficiencia del tratamiento contra el cáncer de piel.

Dentro de los procesos de revisión bibliográfica se puede concluir que en la terapia fotodinámica se han logrado avances importantes en el tratamiento del cáncer de piel superficial, tanto en los carcinomas basocelular como en el carcinoma espinocelular. Sin embargo, todavía hay mucho trabajo clínico por las reacciones adversas, como daño directo a la piel por quemaduras en las primeras 24 horas por la luz láser y algunas reacciones fotoalérgicas que generan hipersensibilidad en la piel, como alergia, ampollas, picazón, entre otras.

Finalmente, se debe indicar que las investigaciones para el tratamiento de la terapia fotodinámica para el carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular deben hallar nuevos fotosensibilizadores que ayuden a mejorar la penetración tisular y que se puedan disminuir efectos adversos que generen daño al tejido sano. Sin embargo, las investigaciones han arrojado que el tratamiento fotodinámico para los carcinomas basocelular y espinocelular suele ser efectivo, siendo una alternativa médica para el tratamiento de estas afecciones de la piel, siempre y cuando los pacientes no tengan que ser intervenidos quirúrgicamente. Posee una serie de ventajas, las cuales hacen que sea efectivo debido a que este no es invasivo; su tratamiento es localizado con baja toxicidad, atacando el tejido dañado.

Bibliografía

Organización mundial de la salud. El cáncer. Portal de la organización mundial de la salud.2022. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer

Ballesteros, N. , Melena, J., Narváez, A. Perfil epidemiológico del cáncer de piel en Ecuador. Estudio observacional descriptivo. 2023. https://revistamedicavozandes.com/wp-content/uploads/2023/07/05_AO3-1.pdf

American Cancer Society. Cáncer de piel: células basales y células escamosas.2021. https://oncologia.org.ve/wp-content/uploads/2021/12/Piel-no-Melanoma.pdf

Shi H, Sadler PJ. How promising is phototherapy for cancer? Br J Cancer. 2020;123:871–3. [DOI] [PubMed] [PMC]

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill

Ander Egg (2009) Técnicas de investigación social. Editorial LUMEN. Argentina

Casa, M.; Ayala, A.;Estévez, S; López, V. Innovaciones y resultados actuales en terapias fotodinámicas y cirugía plástica para carcinoma basocelular.2024. https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1406/2218

Nambudiri, V. Carcinoma espinocelular. Harvard Medical School. Revisado/Modificado ene 2024 | Modificado jul 2024. https://www.msdmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-piel/c%C3%A1nceres-de-piel/carcinoma-espinocelular

Yaran, Juez, Berdimyrat, Mahmood y otros. Revisión de la terapia fotodinámica: pasado, presente, futuro, oportunidades y desafíos. 2024. https://www.mdpi.com/2673-7256/4/4/27

Collier NJ, Rhodes LE. Terapia fotodinámica para el carcinoma basocelular: contexto clínico para futu-ras prioridades de investigación. Moléculas. 2020; 25(22).

Nacional Library of Medicine. Aplicaciones y desafíos de la terapia fotodinámica en el tratamiento de neoplasias malignas de la piel. Nacional Center for Biotechenology Infoprmation . 9 de septiembre de 2024; 15: 1476228. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11446773/

Paduraru C, Serban E, Mocanu I, Vela M, Mocanu R. Cómo tratar el carcinoma basocelular con terapia fotodinámica. Una alternativa menos invasiva a la ci-rugía. Revista Sanitaria de Investigación. 2024 mayo

Navarrete E, Aguilera J, Fonda P, Herrera E, Vidal S, Gago A, et al. Desarrollo de un dispositivo para uso en terapia fotodinámica a base de diosdos leds de diferente longitud de onda y de energía y dosis au-tomatizada. Actas Dermosifiliogr. 2024; 115(51).

Chen H., Hou K., Yu J., Wang L., Chen X. (2022). Terapia combinada basada en nanopartículas para el melanoma. Front. Oncol. 12, 928797. 10.3389/fonc.2022.928797 [DOI] [Artículo gratuito de PMC] [PubMed] [Google Académico]

Yan J., Wang P., Li L., Zhang L., Zhang G., Tang Y.(2020). Cirugía secuencial con terapia fotodinámica con ácido 5-aminolevulínico para carcinoma escamocelular del labio: Informe de dos casos. Photodiagnosis Photodyn. Ther. 32, 102043. 10.1016/j.pdpdt.2020.102043 [DOI] [PubMed] [Google Académico]

Zeng Q., Zhou C., Zhang Y., Yan G., Wang X. (2022). La terapia fotodinámica con ácido 5-aminolevulínico modificado reduce el dolor y mejora los efectos terapéuticos en un modelo murino de carcinoma escamocelular cutáneo. Lasers Surg. Med. 54 (5), 804–812. 10.1002/lsm.23516 [DOI] [PubMed] [Google Académico]

Chen D., Wang B., Zhao Z., Zhang G., Wang P., Zhang L., et al. (2024). La terapia fotodinámica con ácido 5-aminolevulínico modificado induce piroptosis en células de carcinoma escamocelular cutáneo mediante la vía de señalización JNK. Biochimica biophysica acta Mol. Cell. Res. 1871 (1), 119603. 10.1016/j.bbamcr.2023.119603 [DOI] [PubMed] [Google Académico]

CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Carrillo Espinal, K. T., Castillo Jima, R. T., Briones Loor, E. V., & Sánchez Intriago, G. L. (2025). Uso de la terapia fotodinámica el tratamiento del cáncer de piel: Revisión de la utilidad de la terapia fotodinámica en tratamiento del cáncer de piel, incluyendo carcinoma basocelular y carcinoma espinocelular. RECIAMUC, 9(2), 367-383. https://doi.org/10.26820/reciamuc/9.(2).abril.2025.367-383