



“Uso de terapia lumínica como coadyuvante en el tratamiento de lesiones dermatológicas en animales de compañía: reporte de casos clínicos”

Informe de Servicio Social

Dominique Fournier Viramontes

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Matrícula: 2163062906

Periodo de realización del Servicio Social:

5 de diciembre de 2023 – 5 de mayo de 2023

Asesor Interno: Gregorio Orozco Héctor

Asesor externo: Arias Robledo Marisol

Introducción

La dermatología es un área de la medicina veterinaria que actualmente ha evolucionado a nivel mundial, en donde una buena anamnesis, la detección e identificación de los signos clínicos, así como los procedimientos diagnósticos son las principales herramientas con las que cuenta el médico veterinario, y sólo una acertada combinación de éstas, le permitirán llegar a un diagnóstico confiable, lo que posibilita el uso de terapias cada vez más adecuadas y específicas (Mackeever *et al.*, 2009; Foil, 2013; Nelson & Couto, 2010).

La piel, además de ser el órgano más grande y extenso presente en el organismo animal, cumple indispensables funciones, la más importante es la de barrera tanto anatómica como fisiológica entre el animal y su entorno, misma que protege contra la invasión de microorganismos, así como la acción de agentes físicos, químicos, térmicos y osmóticos; además, interviene en la función sensitiva en los cambios de presión, temperatura y tacto, y colabora en mantener un equilibrio hídrico debido a su capacidad permeable (Megías, *et al.* 2018; Ruando, 2018; Miller *et al.* 2014).

Por lo tanto, la piel es un reflejo del medio interno, considerada como un órgano integrante del sistema inmunológico que se puede ver alterada por trastornos endocrinos, metabólicos, nutricionales, infecciosos, autoinmunes, síndromes paraneoplásicos, o por mecanismos que involucren una reacción de hipersensibilidad ya sea alimentaria o ambiental. Además, las lesiones son muy similares y pueden implicar una combinación de las etiologías anteriores (Miller *et al.* 2014; Ruando, 2018; Shaer, 2008 en Sáenz, 2016).

Desde el punto de vista embriológico la piel se compone de la epidermis y anexos cutáneos, que son derivados del ectodermo; y de la dermis con la grasa subcutánea, que son derivados del mesodermo. Las terminaciones nerviosas de la piel y los melanocitos de la epidermis son derivados del neuroectodermo (Serna *et al.* 2012).

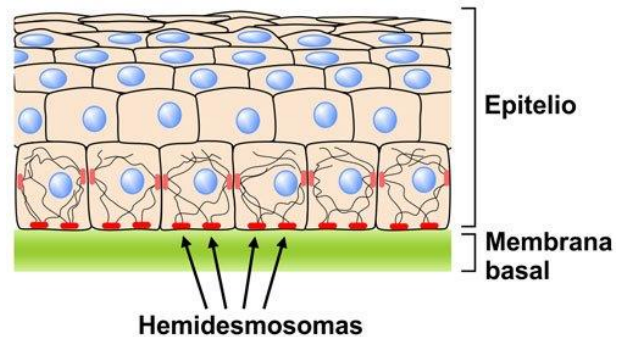
Epidermis

Carece de irrigación sanguínea y de inervación propia y está constituida por epitelio plano estratificado queratinizado, compuesto por diversas células epidérmicas, en su mayoría melanocitos, cuyas células desempeñan funciones de protección contra radiación, eliminación de toxinas y producción de coloración; los queratinocitos de reemplazo cumplen la función de dar soporte estructural y defensa al tejido; las células de Langerhans originarias de la médula ósea hematopoyética poseen funciones inmunitarias al ser células dendríticas y presentadoras de antígeno y las células de Merkel que actúan como mecanorreceptores, los cuales intervienen en la producción del sudor y en el ciclo de crecimiento del pelo; además de presentar desmosomas, que son moléculas de adhesión intercelular (Miller *et al.* 2014; Arenas, 2018; Ruano, 2018; Combalía & Verde 2010).

La epidermis está separada de la dermis por una estructura denominada membrana basal. A partir de ella, la epidermis se divide en cinco estratos:

Estrato basal

Es el estrato más profundo y está formado por una capa de células basales unidas a la membrana basal mediante hemidesmosomas. En este estrato también se hallan las células de Merkel y los melanocitos en menor cantidad, junto a los queratinocitos, los cuales se están dividiendo continuamente (Arenas, 2018; Miller *et al.* 2014; Ruano, 2018).



Aunado a esto, la piel posee melanina, un pigmento encargado de conferir color a la epidermis, lo que protege a los tejidos subyacentes de la radiación ultravioleta, (en animales con piel oscura, la melanina puede encontrarse en toda la epidermis) (Miller, *et al.* 2014).

Estrato Espinoso

Formado por células poliédricas y queratinocitos que provienen de la división del estrato basal, y tiene un grosor variable, que va desde una o dos capas celulares sólo en las zonas pilosas, hasta 19 células de espesor en las almohadillas o plano nasal, donde las células inferiores presentan una morfología redonda y conforme van ascendiendo se van aplanando (Ruando, 2018).

Estrato granuloso

Este estrato consta de 3 a 5 hileras de células aplanadas y con un citoplasma cargado de gránulos completamente basófilos de queratohialina, este contenido es importante para posteriormente aglomerar los filamentos de queratina de su citoplasma donde comenzará el proceso de queratinización (Megías, *et al.* 2018).

Estrato lúcido

Es una capa de células muertas y aplanadas, se encuentra en gran proporción en las almohadillas plantares y en el área nasal, siendo nula su presencia en el resto de la piel (Miller *et al.* 2014).

Estrato córneo

Se considera la parte más externa de la epidermis, compuesta de corneocitos, que son queratinocitos anucleados aplanados, que se han diferenciado mientras ascendían desde las capas más profundas a las más apicales de la piel, mismos que son reemplazados de manera

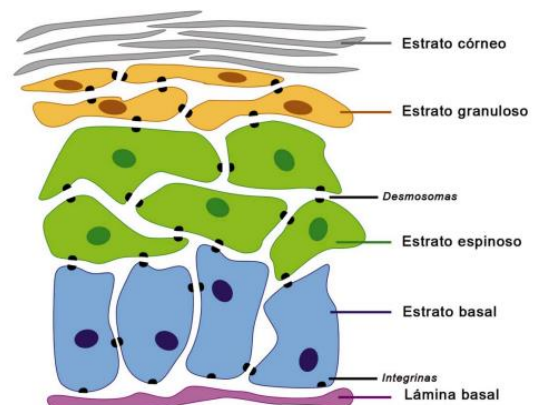


Fig. 7. Estratificación de la epidermis en mamíferos. Los desmosomas corresponden al punto de anclaje de los filamentos de queratohialina y simultáneamente a la unión entre células, mientras que las integrinas son el anclaje de las células basales a la lámina basal.

continúa en un proceso conocido como queratogénesis o descamación. Los corneocitos se rodean de una envoltura lípidica (mayormente cerámidas) que mantiene la hidratación de la piel y de una envoltura cornificada rica en proteínas que aportan resistencia y firmeza (Zeas & Ordoñez, 2016; Muxi & Torre, 2016).

Membrana basal

Constituye la interfase fisicoquímica entre la epidermis y diversas estructuras de la piel (apéndices, nervios, vasos sanguíneos, músculo liso), donde se produce el anclaje de la epidermis con la dermis, así como procesos de cicatrización de heridas (Meruane & Rojas, 2012).

Dermis

Entre las células que se encuentran en la dermis se observan:

- Fibroblastos: originados en el tejido conectivo, principalmente forman las fibras colágenas con la elaboración del procolágeno, que constituye cerca del 80% de la dermis;
- Histiocitos: dotados de movilidad y poder fagocítico, se encuentran en el trayecto de los capilares;
- Mastocitos: situados alrededor de los vasos y folículos pilosos, elaboran histamina y heparina;
- Linfocitos y granulocitos: se localizan en la dermis solo cuando la piel se encuentra afectada por un proceso patológico (Miller *et al.* 2014; Zeas & Ordoñez, 2016).

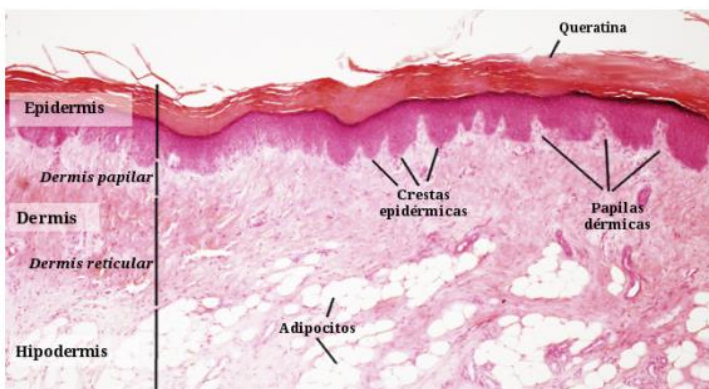


Figura 4: Órgano: mano, tegumento, piel gruesa. Especie: rata. (*Rattus norvegicus*; mamífero). Técnica: parafina, corte de 10 μm , hematoxilina-eosina.

Además, existen proyecciones de la dermis hacia la epidermis denominadas papilas dérmicas, las cuales están rodeadas por expansiones de la epidermis denominadas crestas epidérmicas. Tanto papilas como crestas son más frecuentes en la piel más gruesa, aquella sometida a mayor estrés mecánico. Se pueden distinguir dos capas en la dermis, la más externa denominada papilar, formada por

tejido conectivo laxo que posee una gran cantidad de capilares sanguíneos y linfáticos encargados de alimentar a la epidermis, además de regular la temperatura corporal mediante vasodilatación y vasoconstricción. La capa más profunda de la dermis se denomina reticular y es tejido conectivo denso con menor número de células y con fibras de colágeno más gruesas (Villalobos, 2012; Miller *et al.* 2014; Megías, *et al.* 2018).

Los derivados de la piel son los pelos, uñas y glándulas, todos ellos formados por la inducción de la dermis (Juárez, *et al.* 2007).

Folículo piloso

Los pelos crecen en invaginaciones epidérmicas especializadas denominadas folículos pilosos (de estructura tubular), con distribución desigual por el cuerpo. Asociadas a éstas, se encuentran las glándulas sebáceas y las sudoríparas de tipo apocrino, las cuales liberan sus contenidos a la luz del folículo. En diversas especies se pueden encontrar otros derivados epidérmicos como pezuñas, cascos, cuernos, plumas o escamas (Megías, *et al.* 2018).

Las funciones del pelo incluyen actuar como una barrera física contra los traumas, brindar protección contra la radiación UV, generar termorregulación, otorgar aislamiento, la piloerección como advertencia o como mecanismo aislante de la temperatura, repeler agua, así como brindar una fuente de células para rehabilitación durante la cicatrización de heridas y, en algunos casos, proporcionar camuflaje (Juárez, *et al.* 2007).

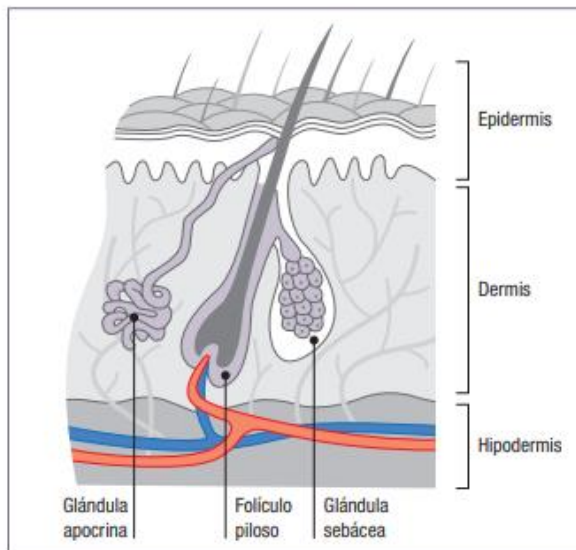


Figura 3.1. Esquema de la piel del perro.

Funciones generales de la piel

Los vasos linfáticos controlan el movimiento del líquido intersticial; el aporte, la penetración y la eliminación del líquido del tejido son importantes para la adecuada función de la piel, mientras que los nervios cutáneos del sistema sensorial somático median las sensaciones de tacto, calor, frío, presión, vibración, propiocepción, dolor y prurito (Villalobos, 2012).

Esto le permite al organismo interactuar con el medio externo y relacionarlo con el sistema nervioso central. Además, a través de los vasos linfáticos y sanguíneos dérmicos, se absorben sustancias que atraviesan la epidermis, como algunos medicamentos (lociones, cremas, ungüentos o pomadas). Por otra parte, en la dermis se sintetiza la vitamina "D" por acción de la radiación ultravioleta y también diversas células integrantes de la epidermis (de Langerhans) (Juárez, *et al.* 2007; Miller *et al.* 2014; Arenas, 2018).

Lesiones dermatológicas

Existen diversos tipos de lesiones dermatológicas, mismas que pueden presentarse de manera paralela y, de acuerdo a una determinada distribución y signología, pueden desembocar en patrones clínicos al momento de diagnosticar una patología dermatológica. Dichas lesiones se clasifican en primaria como resultado de un daño y secundaria como consecuencia a la evolución de las lesiones anteriores (Goth, s/f; Pineda, 2020).

Lesiones primarias	Lesiones secundarias
• Mácula	• Escama
• Pápula	• Costra
• Placa	• Cicatriz
• Pústula	• Erosión
• Vesícula	• Collarete epidérmico
• Bulla	• Úlcera
• Nódulo	• Comedón
• Tumor	• Fisura
• Quiste	• Excoriación
• Habón	• Liquenificación
	• Hiper/hipopigmentación
	• Callo (hiperqueratosis)

Estas lesiones se pueden presentar combinadas determinando los patrones clínicos que, asociados a una determinada distribución en el cuerpo del animal y a síntomas concretos, pueden desembocar en los cuadros clínicos de cada enfermedad dermatológica.

Obtenido de Goth, M, G. (s/f). Atlas de Dermatología canina y felina. 2da Edición.

Pioderma

Pioderma significa presencia de exudado purulento en la piel y puede ser ocasionado por procesos infecciosos, inflamatorios y/o desórdenes neoplásicos. Las patologías que más frecuentemente inducen la aparición de piodermas son las enfermedades alérgicas, posteriormente las enfermedades endocrinas como hipotiroidismo e hiperadrenocorticismo (debido a que se altera la inmunidad cutánea) (Lorente, 2022).

En general, la mayoría de los piodermas son secundarios a otra enfermedad dermatológica o sistémica primaria, misma que debe ser diagnosticada y tratada para evitar complicaciones y que se genere resistencia antimicrobiana, así como reincidencias (Balazs, 2012).

El prurito, el rascado y la inflamación de la piel favorecen las infecciones secundarias que complican el proceso. En perros es frecuente la pérdida de pelo por el lamido y el rascado constante (Mendoza, 2009).

Un pioderma se clasifica de acuerdo a la profundidad de la infección:

Pioderma superficial

La infección abarca la epidermis y sus anexos, sin alterar las membranas basales. Debido a esto, las bacterias se desarrollan en el interior de los estratos epidérmicos o en la porción superficial del folículo piloso. A estos lugares llegan también células inflamatorias y es frecuente observar prurito, eritema, alopecia, exudación, mal olor, descamación, hiperpigmentación, pápulas, pústulas y cuando éstas se rompen, se forman costras y

collaretes epidérmicos, e incluso se pueden presentar lesiones más severas como erosión y ulceración (FOGEL y MANZUC, 2009; en Ortega *et al.* 2013; Lorente, 2022).

Dermatitis piodtraumática (“Hot Spot”, Dermatitis Húmeda Aguda)

Son lesiones auto-infligidas con excesivo crecimiento bacteriano en su superficie. Las lesiones típicas tienen una presentación aguda y se caracterizan por tener alopecia, eritema, supuración, prurito intenso y /o dolor, así como otras lesiones como pápulas, costras, excoriaciones y dermatitis húmeda, hiperpigmentación y liquenificación. Estas lesiones están comúnmente asociadas a enfermedades pruríticas de la piel, como por ejemplo alergia al piquete de pulga, otitis, saculitis, etc. (Balazs, 2012; Ortega, *et al.* 2013).

Pioderma profunda

Afecta todo el espesor de la piel incluyendo dermis media y profunda e incluso pueden afectar al panículo adiposo. Las lesiones suelen ser dolorosas y comprenden bullas hemorrágicas, nódulos, tumefacción regional, alopecia, úlceras y trayectos drenantes con descarga hemorrágica, hemopurulenta o purulenta (Lorente, 2022).

Cabe mencionar que, un pioderma, independientemente de su clasificación, puede volverse resistente cuando no responde a un determinado número de tratamientos habituales, particularmente antibióticos y, en consecuencia, necesita un tratamiento distinto que incluye antibióticos específicos (López & Valdevira, 2010; Ortega *et al.* 2013).



Figura 1. Distintas presentaciones de piodermas: A) Pápulas, pústulas, eritema y alopecia en un perro con demodicosis, B) Alopecia, eritema e hiperpigmentación en un perro alérgico, C) Apariencia de apolifado y D) Collaretes epidérmicos (Miranda, 2022).

Etiología y patogenia del pioderma

El *Staphylococcus intermedius*, habitualmente es el patógeno más aislado en la presentación de un pioderma, a pesar de ser una bacteria propia de la microbiota de la piel del perro, el momento en el cual prolifera, pasa a ser patógena, solamente cuando se altera la inmunidad cutánea, producto de alguna patología primaria. Es una bacteria gram positiva coagulasa positiva reconocida como una especie diferente de *Staphylococcus aureus* desde los años 80's; sin embargo, la nomenclatura ha ido cambiando debido a recientes avances

en la caracterización molecular siendo denominada *Staphylococcus pseudintermedius* (Pineda, 2020; Verde, 2017; Balazs, 2012).

Estas cepas pueden actuar como patógenos oportunistas y, aunado a factores del huésped (genéticos, ambientales, metabólicos e inmunológicos) pueden ocasionar infecciones en la piel, así como desarrollar resistencia (Bloom, 2013).

Técnicas diagnósticas

Las técnicas comúnmente empleadas para el diagnóstico de patologías cutáneas en caninos y felinos comprenden los raspados, hisopados de oídos, citologías, tricografía, improntas, tiras de acetato, recolección de muestras por cepillado del paciente, biopsias, lámpara de Wood, serologías, técnicas inmunohistoquímicas, pruebas intradérmicas y diagnósticos terapéuticos (Chavarría-Chan, 2007; Patel *et al.*, 2008; Gordillo-Cabrera, 2010; Hnilica, 2011 en Ramos, 2019).

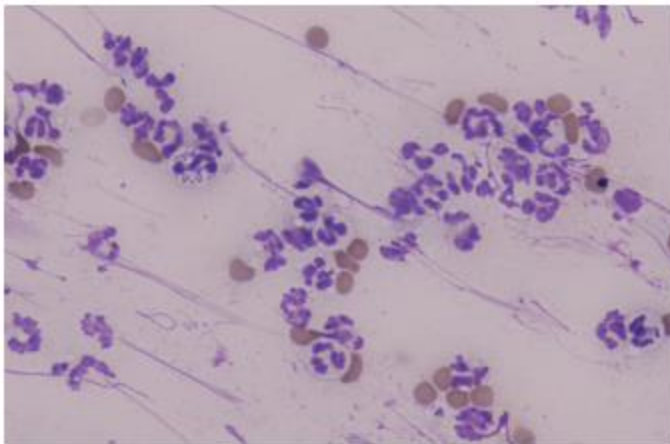


Fig. 4: Obsérvese la presencia de bacterias (cocos intracelulares) dentro de los neutrófilos.
Fuente: Dra. C. Lorente

La citología (considerada la prueba más rápida para evaluar la presencia de pioderma o un crecimiento bacteriano excesivo), realizada a través de toma de muestra con cinta de acetato, debería mostrar un alto crecimiento bacteriano, por lo general dentro de neutrófilos, y en el caso de lesiones crónicas y más profundas, se pueden identificar células mononucleares y macrófagos (Balazs, 2012; Sáenz, 2016).

Tratamientos de primera elección

Ante la presencia de *Staphylococcus pseudintermedius*, con una citología consistente con un pioderma superficial, sin sospecha de existencia de resistencia antimicrobiana se puede seleccionar de forma empírica un tratamiento con cefalosporinas de primera generación o amoxicilina/clavulánico. Considerando esto, no es recomendable emplear nunca antibióticos de segunda (ej: quinolonas) o tercera línea sin un cultivo y sensibilidad bacteriana previa. El empleo indiscriminado de antibióticos es una negligencia que induce al desarrollo de resistencias bacterianas (Combalía & Verde 2010; Lorente, 2022).

Los piodermas superficiales suelen necesitar entre 3 y 4 semanas de tratamiento, mientras que los piodermas profundos suelen necesitar un mínimo de 6-8 semanas, incluyendo una terapia con productos y/o agentes antibacterianos y antisépticos tópicos. Una vez conseguida la curación clínica (ausencia completa de lesiones), el tratamiento debe

mantenerse 7 días más en las infecciones superficiales y al menos 14 días más en las profundas (Balazs, 2012; Lorente, 2022).

Algunos agentes antibacterianos tópicos		
Agente	Presentación	Indicación
Peróxido de benzoilo 2,5-5%	Champú, gel	Piodermas superficiales y profundas, dermatitis a malassezia, piodermas localizadas: acné y piodermas del callo (gel 5%)
Clorhexidina 2-4%	Champú, loción, unguento	Piodermas superficiales y profundas, dermatitis a malassezia
Povidona yodada 2%	Champú	Piodermas superficiales. Sobrecrecimiento bacteriano o de malassezia. Irrigación de heridas (0,1-1%)
Etil lactato 10%	Champú	Piodermas superficiales
Ácido salicílico 2% Azufre 2%	Champú	Piodermas asociadas a seborrea
Mupirocina 2%	Ungüentos	Piodermas localizadas: Abscesos interdigitales recurrentes, pioderma del callo y acné.
Ácido fusídico 2%	Crema	Piodermas localizadas: Abscesos interdigitales recurrentes, pioderma del callo y acné.

Pioderma en el canino
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/h030312/031201.pdf>

Las cepas MRSP (*Meticillin Resistente Staphylococcus Pseudointermedius*) expresan resistencia a antibióticos como los macrólidos, tetraciclinas, aminoglucósidos y fluoroquinolonas (MORRIS *et al.*, 2006; JONES *et al.*, 2007, en Ortega *et al.* 2013). Por otra parte, los antibióticos orales que ejercen un efecto más seguro frente a MRSP son cloranfenicol y trimetoprin-sulfa (Ortega *et al.* 2013; Pineda, 2020).

Tabla 1 Antibióticos orales útiles en Pioderma						
Antibiótico	Frecuencia de Administración	Dosis recomendada	Ventajas	Inconvenientes	Actividad	Precio
<i>Eritromicina</i> (Macrólido)	8 horas	10-15 mg/kg	Precio Moderado Eficacia en Pioderma superficial.	Vómitos y diarrea con relativa frecuencia.	Bacteriostática Gram +	Económico
<i>Azitromicina/Claritromicina</i> (Macrólido)	12-24 horas	10 mg /kg 5-10 mg/kg	Eficacia en Gram negativos.	Nauseas, vómitos y diarrea a dosis elevadas	Bacteriostática Gram +/-	Elevado
<i>Lincomicina/Clindamicina</i> (Lincosamina)	12 horas	22 mg /kg 5.5 mg/Kg	Eficacia frente a <i>Staphylococcus coagulasa +/-</i>	Resistencias cruzadas con Macrólidos.	Bacteriostática Gram +	Moderado
<i>Amoxicilina / Clavulanico</i>	12 horas	25 mg /Kg	Amplio espectro. Pocos Efectos 2º	Efecto in vivo < in vitro.	Bactericida Gram +/-	Moderado
<i>Cefalexina</i>	12 horas 24 horas	22 mg /Kg 30 mg/Kg	Penetración en tejidos adecuada. Pocos efectos 2º	Riesgo de Nefrotoxicidad. (tto prolongado)	Bactericida Gram +/-	Moderado
<i>Cefadroxilo</i>	12 horas	20 mg /Kg	Igual que cefalexina.	Precio algo elevado.	Bactericida Gram +/-	Elevado
<i>Oxacilina</i>	8 horas	22 mg/Kg	Resistencia y efectos 2º raros.	Administración cada 8 horas	Bacteriostático Gram +	Moderado
<i>Sulfametoxazol/Trimetoprim</i>	12 horas	30 mg/kg	Precio Moderado	QKS. EM.	Bactericida Gram +/-	Económico
<i>Sulfadimetoxina/Baiquiloprim</i>	48 horas	30 mg /Kg	Frecuencia de administración	QKS. EM.	Bactericida Gram +/-	Elevado
<i>Enrofloxacina</i>	24 horas	5 mg / Kg	Una vez al día. Penetración óptima en tejidos.	Condrotóxica. Interfiere con P450	Bactericida Gram +/-	Elevado
<i>Marbofloxacina</i>	24 horas	2 mg/Kg	Absorción rápida			

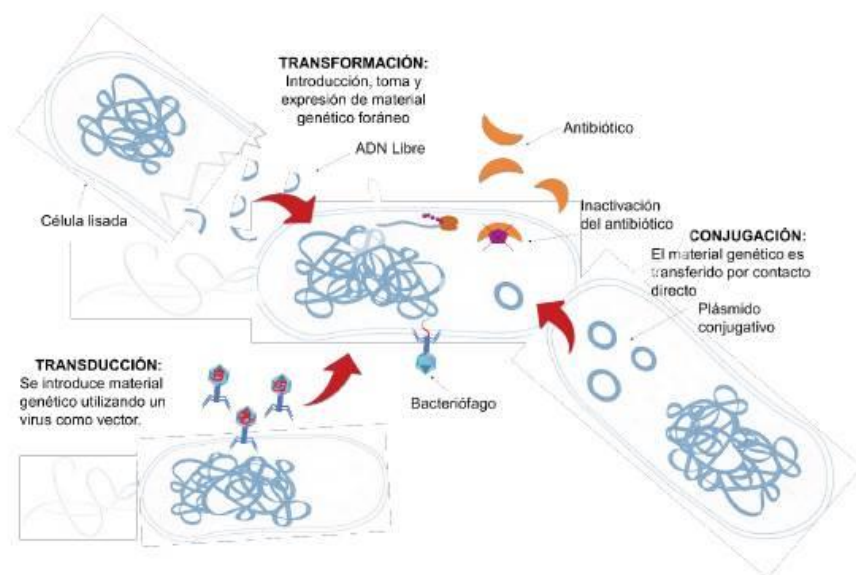
Los antibióticos tópicos útiles para el tratamiento de un pioderma canino frente a estafilococos son la mupirocina y el ácido fusídico debido a su alta actividad sobre los estafilococos coagulasa positivo, incluyendo cepas resistentes MRSP (Ortega, *et al.* 2013).

Por otra parte, los avances en el conocimiento de la etiopatogenia de los piodermas, han hecho que el manejo terapéutico se enfoque hacia la mejora de la integridad de la barrera cutánea de los animales mediante el uso de moléculas que mejoran y restauran la hidratación cutánea y reducen la pérdida de agua transepidérmica (Combalía & Verde, 2010).

Debido a esto, la capacidad para potenciar factores novedosos y ofrecer soluciones terapéuticas hace que la terapia lumínica sea práctica en muchas aplicaciones. Entre ellas, destaca su utilidad en entornos médicos para técnicas de curación y rehabilitación de la barrea cutánea (Ramos, 2019).

Multiresistencia antimicrobiana

Al principio de la “era antibiótica”, el abordaje principal de sobrellevar los problemas clínicos derivados de la resistencia antibiótica fue el de desarrollar nuevos antibióticos. Sin embargo, la habilidad de las bacterias para hacerse resistentes a los nuevos fármacos (a través de la transferencia de material genético), se fue demostrando al detectarse resistencias poco después de la introducción de antibióticos más modernos, por lo que las opciones de tratamientos se comienzan a volver limitadas, lo que supone un problema que puede afectar la salud pública (Admetlla & López, 2016; Combalía & Verde 2010).



Esta tendencia creciente en la detección de bacterias multiresistentes, implicadas no solo en casos de pioderma profundo, sino también en piodermas superficiales recidivantes, sería

conveniente considerar variar el enfoque terapéutico actual en estas lesiones dermatológicas.

Terapia lumínica

El término fotobiomodulación (PBM), hace referencia a todos aquellos tipos de terapia que emplean luz, incluidas las fuentes de luz no ionizantes como lo son el láser, diodos (LEDs), emisores de luz y/o luz de banda ancha en el rango visible (400-700 nm) así como el infrarrojo cercano (NIR), terapias de las cuales se considera que a mayor longitud de onda mayor será la capacidad de penetración en el tejido (García, 2022).

Dicha fotobiomodulación estimula la secreción de diversos factores de crecimiento, como el del endotelio vascular, el factor de crecimiento fibroblástico, así como el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β). Además, modula la síntesis tanto de colágeno como de las interleucinas IL-1, IL-6, IL-17 y el factor de necrosis tumoral (TNF), lo que genera un efecto antiinflamatorio en los tejidos (García, 2022; Scapagnini, *et al.* 2019).

El modo de acción de este método terapéutico parte de los cromóforos celulares, siendo el agua el elemento que se presenta en mayor cantidad en las células del organismo (con pico de absorción lumínica a los 970 nm), seguido por la hemoglobina (su espectro de absorción dentro de la ventana terapéutica oscila entre los 750 y los 1100 nm, teniendo el pico de absorción cercano a los 905 nm), la citocromo-c-oxidasa (con un espectro de absorción que abarca desde los 650 a los 900 nm, con un pico de absorción aproximado a los 800 nm), melanina (cuyo espectro de absorción oscila entre los 650 y 900 nm siendo su pico de absorción cercano a los 660 nm) que fungen como foto-aceptores (absorben la energía de la luz) (Marchegiani, *et al.*, 2019).

Cada uno de los distintos cromóforos posee un nivel de absorción en función de la longitud de onda. Dicho parámetro es esencial para conseguir efectos beneficiosos en los distintos tratamientos sobre los que se puede utilizar la terapia lumínica. Aunque no existe una longitud de onda concreta que pueda considerarse como la más efectiva, existen dos rangos correspondientes al rojo e infrarrojo cercano (600 nm a 1100 nm) que tienen las mejores propiedades. Esto se debe a que dichos rangos caen en lo que se conoce como ventana terapéutica (Ramos, 2019).

Cellular Targets in Red and Near Infrared (NIR) Wavelengths

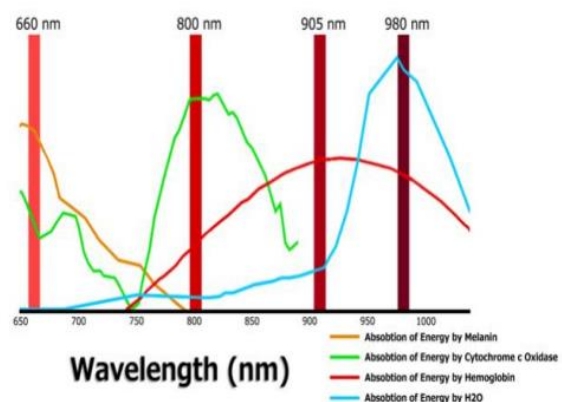


Figura 2.3. Absorción de los cromóforos en función de la longitud de onda.

El principal efecto biológico de la terapia lumínica con el agua de las células radica en la fluctuación térmica que origina en los tejidos, lo que estimula la circulación; a la vez, a nivel terapéutico la hemoglobina al transportar oxihemoglobina y desoxihemoglobina promueve la liberación del oxígeno en los tejidos y por consiguiente la captación del CO_2 tisular; mientras que el efecto sobre el citocromo c-oxidasa produce una translocación de protones a través de la membrana, lo cual genera un gradiente electroquímico que la enzima ATP sintasa emplea para sintetizar adenosin trifosfato (ATP) estimulando así el metabolismo celular. Por otra parte, debido a la localización de la melanina, la radiación a una longitud de onda comprendida dentro su espectro de absorción tiende a ser atenuada en capas superficiales de la epidermis (Holgado, 2019; García, 2022).

Los estudios in-vitro han demostrado resultados en una gran variedad de tipos celulares como fibroblastos, queratinocitos, células endoteliales, linfocitos o células musculares (Ramos, 2019), por lo que, el efecto de la terapia lumínica sobre las células depende de la absorción de energía y esto conlleva a la consiguiente transformación en procesos biológicos.

Además, la terapia lumínica a base de luz y gel de cromóforos, se considera de fácil aplicación, segura y no invasiva, ya que la lámpara ilumina el gel aplicado sobre la piel para activar los componentes cromóforos del gel y liberar la energía lumínica, que ejerce su acción sobre los tejidos afectados.

Reporte de casos clínicos

En el Hospital Veterinario AriasPet Hospital, ubicado en calle Granada #12, Fraccionamiento San Martín, Texcoco de Mora, Estado de México, C.P. 56140, se realizó la prestación de mi Servicio Social en un periodo comprendido entre el 27 de noviembre de 2022 al 27 de mayo de 2023, donde se recibieron diversos casos clínicos relacionados a problemas dermatológicos, en los cuales se empleó la terapia lumínica como coadyuvante al tratamiento, de los cuales fueron seleccionados los siguientes casos:

Caso clínico #1

Nombre del paciente: Bombón

Especie: Canino

Raza: Bulldog Inglés

Edad: 9 meses

Motivo de consulta:

Paciente acude a consulta con lesión cutánea de aproximadamente 18 cm (hot spot – pioderma profundo) en zona dorso-craneal con un patrón de distribución de eritema en axilas e interdigitales, orejas, belfos y zona perineal, refieren desarrollo aproximado de 2

semanas. El paciente ya había sido previamente tratado con clindamicina, cefalexina, ungüento con betametasona, clotrimazol y betametasona y prednisolona oral a 1 mg x kg.

Pruebas de laboratorio:


- Pruebas dermatológicas:
 - Tricograma: positivo a tricoloris y pili torti
 - Citología: mediante impronta positivo a *Staphylococcus Pseudointermedius*
 - Raspado superficial y raspado profundo: negativos a ácaros






Tratamiento:

- Prednisolona 0.1 mg x kg cada 24 horas. La dosis recomendada de prednisolona en perros para uso antiinflamatorio es de 0,5 mg a 1mg / kg de peso al día, sin embargo, tiene restricciones en cachorros debido a su efecto inmunosupresor (Reyes, 2024). Por este motivo se administró a dosis bajas
- Azitromicina a 10 mg x kg cada 24 horas por 10 a 14 días, dependiendo evolución
- Ácido eicosapentaenoico (EPA) y Ácido docosahexaenoico (DHA) 2 cápsulas al día durante 60 días
- Suplemento nutricional, de L-lisina (250mg), Taurina (250mg), Caseinato de calcio (125mg) con Equinacea Purpurea, vía oral hasta finalizar el producto.
- Baños medicados con Shampoo que contiene Gluconato de clorhexidina (3%) y Ketoconazol (2%) cada 3 días, dejando actuar durante 8 minutos.
- Gel ozonizado en lesiones cada 12 horas
- Terapia con fotobiomodulación led aparato Phovia de Vetoquinol® 1 sesión cada 8 días.

Se observó una mejoría del 65% 8 días después de la primera sesión. En total se determinaron 4 sesiones.

Desarrollo y avance de lesiones

Motivo de consulta	
--------------------	--

<p>Aplicación de 1er sesión de terapia lumínica (aparato Phovia de Vetoquinol ®)</p>	
<p>Avance del 30% en mejoría de lesión</p>	
<p>Aplicación de 2da sesión de terapia lumínica (aparato Phovia de Vetoquinol ®)</p>	
<p>Avance del 75% posterior a la tercera sesión de terapia lumínica</p>	
<p>Avance del 85% en mejoría de lesiones</p>	

Caso clínico #2

Nombre del paciente: Nala

Especie: Canino

Raza: Schnauzer miniatura

Edad: 4 años

Motivo de consulta:

Paciente acude con una lesión cutánea de aproximadamente 20 cm (hot spot- pioderma profundo) en zona dorso-lumbar, se observa prurito intenso focalizado en zona dorsal, eritema, hipotriquia en dorso e hiperpigmentación generalizada.

Pruebas de laboratorio:

- Pruebas dermatológicas:
 - Tricograma: negativo
 - Citología: mediante impronta positivo a *Staphylococcus Pseudointermedius*
 - Raspado superficial y raspado profundo: negativos a ácaros

Tratamiento:

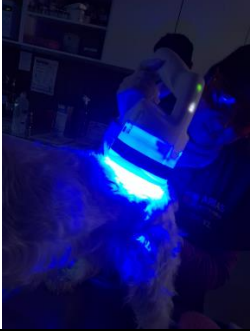
- Prednisolona 0.5 mg cada 24 horas, durante 7 días a dosis reducción
- Ácido eicosapentaenoico (EPA) y Ácido docosahexaenoico (DHA) 1 cápsula cada 24 horas durante 30 días.
- Baños medicados con Shampoo que contiene Gluconato de clorhexidina (3%) y Ketoconazol (2%) cada 3 días, dejando actuar durante 8 minutos.
- Terapia con fotobiomodulación led aparato Phovia de Vetoquinol® 1 sesión cada 3 días.

Se observó una mejoría del 45% 3 días después de la primera sesión y una mejoría del 75% después de la segunda sesión.

En total se determinaron 4 sesiones.

Desarrollo y avance de lesiones

Motivo de consulta	
--------------------	--

<p>Aplicación de 1er sesión de terapia lumínica (aparato Phovia de Vetoquinol[®])</p>	
<p>Avance de 45% en mejoría de lesión</p>	
<p>Aplicación de 2da sesión de terapia lumínica (aparato Phovia de Vetoquinol[®])</p>	
<p>Avance del 75% posterior a la segunda sesión de terapia lumínica</p>	
<p>Avance del 100% en mejoría de lesiones., posterior a 4 días de la 4ta sesión de terapia lumínica.</p>	

Conclusión

GOTH menciona que un diagnóstico dermatológico se basa principalmente en el reconocimiento de las lesiones, así como la etiopatogenia de éstas (es decir, el por qué se producen), por lo tanto, la clave para llegar a un diagnóstico certero deriva de tener el conocimiento previo para detectar cómo se debe ver una piel saludable y así poder identificar cuando se presenta alguna lesión o patología de la misma.

Balazs, considera que en una dermatitis piodérmica, no suelen ser necesarios los antibióticos sistémicos, a menos que exista una pobre respuesta a un tratamiento tópico, por lo que los tratamientos de primera elección pueden ser de baja especificidad si así se requiere, sin embargo, se concuerda con Lorente, ya que hace énfasis en la necesidad de realizar de un cultivo y así como pruebas de sensibilidad bacteriana siempre que nos encontremos ante cualquiera de los siguientes supuestos:

- Ante heridas que no cicatrizan (pueden ser lesiones de aparición aguda o crónica)
- Presencia de bacterias bacilares en la citología
- Si los signos clínicos y la citología no se correlacionan
- La elección empírica del antibiótico no resuelve la infección según lo esperado
- Cuando la resistencia antibiótica es probable (cuando se ha tomado antibioterapia previa sin efecto alguno)

En cuanto al tratamiento de primera elección en el reporte de casos de Sáenz, 2016, a la mayoría de los casos se les administró antibióticos, muchas veces en combinación con terapia tópica de glucocorticoides, por lo que podría ser considerada una buena alternativa comenzar a emplear la terapia lumínica como coadyuvante en el tratamiento de lesiones dermatológicas, con la finalidad de disminuir el uso de antibióticos y acelerar los tiempos de recuperación.

Se concuerda con Balazs en que los tratamientos tópicos proveen un contacto más directo con el organismo infeccioso, son menos tóxicos, reducen la duración del uso de antibióticos sistémicos, alivian los signos asociados a piodermas y actualmente se le confiere poca o nula resistencia antimicrobiana.

Considerando que, la duración del tratamiento antibiótico dependerá de la profundidad de la infección, es de suma importancia respetar los tiempos de tratamientos impuestos por el médico veterinario encargado del caso.

En mi opinión como futura Médico Veterinario Zootecnista, considero vital la actualización y preparación constante, misma que brindará las herramientas necesarias para fortalecer conocimientos, habilidades y permitirá emplear de manera más eficiente las novedades médicas con las que contamos como profesionales del cuidado de la salud animal.

Referencias bibliográficas y Bibliografía consultada

Balazs, M, V. (2012). Pioderma en el canino. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 13, núm 2.

Bloom P. (2013) Canine superficial bacterial folliculitis: Current understanding of its etiology, diagnosis and treatment. The Veterinary Journal, 199(2): 217-222.

Combalía, N, L., Verde, M. (2010). Actualizaciones en dermatología veterinaria. Federación Iberoamericana de Asociaciones Veterinarias de Animales de Compañía. Clínica práctica online. nº2: 40-47 pp.

Foil, C. (2013). Historia, examen físico y evaluación inicial. Manual BSAVA ed4.

García, L, J, A. (2022). Aplicaciones actuales de la biomodulación por fluorescencia en medicina veterinaria. Vanguardia Veterinaria. 20-23 pp.

Goth, M, G. (s/f). Atlas de Dermatología canina y felina. 2da Edición.

Holgado, R, S. (2019). Microbiología de heridas contaminadas/infectadas con y sin el uso de un láser terapéutico clase IV en pacientes caninos: ensayo clínico. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

Juárez, D., Estrada, C., Bustamante, M., Quintana, Y., Moreira, J., López, E, J. (2007). Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala.

López, J, R., Valdevira, G, A. (2010). Novedades en piodermas caninas. Consulta de Difusión Veterinaria, 18 (169), 45-50pp.

Lorente, C. 2022. Caso clínico de Pioderma Canino. Clínica Veterinaria de Pequeños Animales Revista Nº2 V42

Marchegiani A., et al. (2019) Fluorescence biomodulation in the management of canine interdigital pyoderma cases: a prospective, singleblinded, randomized and controlled clinical study. Vet Dermatol, 30: 371-e109.

Megías, M., Molist, P., Pombal, M, A., (2018). Órganos animales: tegumento. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo.

Meruane, M., Rojas, M. (2012). Desarrollo de la piel y sus anexos en vertebrados. Int. J. Morphology. 30(4):1422-1433 pp.

Miller, W, H., Griffin, C, E., Campbell, L, K. (2014). Muller & Kirk: dermatología en pequeños animales. 3ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Inter-Médica. V. 1, 560 pp.

Muxi, S, M., Torre, C. (2016). Piel artificial canina: Un modelo para la mejora de la función cutánea en el perro. Departamento de Servicio de Diagnóstico Veterinario. Affinity Petcare.

Nelson, R., C, G, Couto. (2010). Medicina interna en pequeños animales. 4. ed. Elsevier, Barcelona, España.

Ortega, D., Acosta, B., Ferrer, O. (2013). Pioderma canina. Revista Canaria de las Ciencias Veterinarias. Ed 8. 68-78 pp.

Pineda, A, K, M. (2020). Agentes bacterianos responsables de infecciones secundarias a procesos dermatológicos causados por ácaros en caninos y felinos domésticos. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala.

Ramos, P, V. (2019). Sistemas fotónicos para la mejora de las prestaciones musculares en el deporte mediante terapias de luz de baja intensidad. Universidad de Cantabria.

Reyes, R., Rojas, G., Gutierrez, J. (2024) Terapia inmunosupresora en medicina de pequeños animales: Qué, cuándo, qué dosis y por qué utilizar? *Animal's Health*

Sáenz, V, E. (2016). Pasantía en clínica de especies de compañía con énfasis en dermatología en la clínica veterinaria VETEPAC. Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico Licenciatura en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional.

Scapagnini G., et al. (2019) Management of all three phases of wound healing through the induction of fluorescence biomodulation using fluorescence light energy. *Photonic Diagnosis and Treatment of Infections and Inflammatory Diseases II*. Vol. 10863.

Serna, J., Vitales, M., López, M, C., Molina, A. (2012). Dermatología. Farmacia Hospitalaria. Biblioteca Virtual. Cap 4, 841-875 pp.

Villalobos, E, M, C. (2012). La raza, el pelo y la piel en función del bienestar animal. *Mundo Pecuario*. VIII No. 1, 73-85pp

Zeas, D. I, M., Ordóñez, V. m, S. (2016). Dermatología básica para el médico general. Universidad de Cuenca.