



Apósitos oclusivos elaborados a base de piel de tilapia para quemaduras profundas

Tilapia skin-based occlusive dressings for deep burns

Eduardo Antonio Arauz Madrigal¹
Kimberly Josefa Blanco Guevara²
Maryoly Emicel González Baez³
Winston Joseph Zamora Díaz⁴
Yesner Manuel Castro Rivas⁵

Resumen

Las quemaduras constituyen uno de los problemas de salud más graves en la actualidad, datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) revelan que estas provocan aproximadamente 180,000 muertes anuales en países en desarrollo; debido a la desvitalización de los tejidos en los tipos más graves de quemaduras se produce una gran cantidad de exudados y por consiguiente proliferación de microorganismos, por eso se recomienda terapia húmeda con el uso de apósitos oclusivos. Sin embargo, aunque en el mercado exista una gran cantidad de apósitos oclusivos estos tienen un precio muy elevado por lo que se han buscado alternativas que tengan resultados igual o más efectivos y a costos menores. Después de indagar en el tema se encontró la piel de tilapia como alternativa en el tratamiento de quemaduras profundas debido a su alto contenido de colágeno y a su adherencia al tejido cutáneo. La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo dar a conocer el método y las ventajas que tiene el uso de la piel de tilapia en el tratamiento y recuperación de pacientes con quemaduras profundas. El uso de apósitos a base de piel de tilapia se proyecta como una técnica ingeniosa e innovadora en cuanto a los biomateriales y esta acelera el proceso de cicatrización de las quemaduras, permite una reducción considerable del dolor, así como un resultado más estético en la piel de los pacientes.

Palabras claves: apósito, biomateriales, colágeno, piel, tilapia, quemadura.

Abstract

Burns constitute one of the most serious health problems nowadays, data from the World Health Organization (WHO) reveal that this problem causes approximately 180,000 deaths per year in developing countries; due to the devitalization of tissues in the most severe types of burns, a great number of exudates is produced and consequently proliferation of microorganisms, that is why wet therapy with the use of occlusive dressings is recommended. However, although there is a large number of occlusive dressings on the market, these are very expensive, so alternatives have been sought that have equally or more effective results and at lower costs. After researching the subject, tilapia skin was found as an alternative in the treatment of deep burns due to its high collagen content and its adherence to the skin tissue. The aim of this bibliographic review is to present the method and advantages of using tilapia skin in the treatment and recovery of patients with deep burns. The use of dressings based on tilapia skin is projected as an ingenious and

¹ Estudiante de segundo año de Medicina y Cirugía, Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible (UNIDES). Correo: 7368308@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3517-2000>

² Estudiante de primer año de Medicina y Cirugía, Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible (UNIDES). Correo: kimblanco2107@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0465-367X>

³ Estudiante de primer año de Medicina y Cirugía, Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible (UNIDES). Correo: gonzalezemicel@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6302-3619>

⁴ Doctor en Educación e Intervención Social, Máster en Didáctica de las Matemáticas y Especialista en Métodos de Investigación. Profesor de la cátedra de Métodos de Investigación en la Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible (UNIDES) y coordinador de la Universidad Martín Lutero (UML) Juigalpa. Correo: drwinzamora@uml.edu.ni, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2734-3364>

⁵ Médico y cirujano general, especialista en Urología y catedrático de Fisiología y Fisiopatología en la Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible (UNIDES). Correo: c.yesner@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9033-5503>

Recibido: 7/02/2022 - Aprobado: 21/06/2022

innovative technique in terms of biomaterials and this accelerates the healing process of burns, allows a considerable reduction of pain, as well as a more aesthetic result in the skin of patients.

Keywords: dressing, biomaterials, collagen, skin, tilapia, burn.

I. Introducción

La presente revisión bibliográfica fue realizada con el objetivo de describir la utilización de los apósitos oclusivos elaborados a base de piel de tilapia en quemaduras profundas.

Una quemadura es una lesión a la piel u otro tejido orgánico causada principalmente por el calor o la radiación (Velarde-Rodríguez *et al.*, 2018). Se dice que cuando la piel como barrera física está dañada, los patógenos tienen una vía directa para infiltrarse en el cuerpo, lo que puede acabar en una infección (Miranda, 2020). La elevada incidencia de infecciones en los individuos que sufren quemaduras es a causa de la pérdida de piel y desvitalización de los tejidos que provocan las mismas; el tejido muerto junto con la humedad de la herida favorece la colonización y la proliferación de una gran variedad de microorganismos (Vargas *et al.*, 2009).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018):

Las quemaduras constituyen un problema de salud público a nivel mundial y constituyen 180 000 muertes anuales, de las cuales la mayoría se produce en los países de ingreso bajo y mediano, y casi dos tercios, en las regiones de África y de Asia Sudoriental. (p.1)

El manejo de una quemadura va en dependencia de cuál sea su grado, la función de un apósito para heridas es proporcionar las condiciones óptimas para la cicatrización de estas, al tiempo que la protege de un mayor trauma e invasión por microorganismos patógenos (Bosworth y Downes, 2011). En los apósitos oclusivos se pueden utilizar sustitutos cutáneos temporales, que son materiales eficaces en el tratamiento de quemaduras superficiales recientes y también para cubrir la piel, a la espera del injerto definitivo (Lima-Junior *et al.*, 2017).

Para Negreiros *et al.* (2015) en su estudio inmunohistoquímico de propiedades tensiométricas de la piel de tilapia del Nilo:

La piel de tilapia es un posible subproducto, con aplicabilidad clínica de nuevos biomateriales utilizables para bioingeniería. Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), perteneciente a la familia de los cíclidos, se origina en la cuenca del río Nilo, en el este de África, y está ampliamente diseminada en regiones tropicales y subtropicales.

Los estudios histológicos de la piel de tilapia mostraron una epidermis cubierta por un epitelio pavimentado estratificado, seguido de extensas capas de colágeno. El colágeno es uno de los principales componentes de los biomateriales, por su característica de guiar y definir la mayoría de los tejidos, además de permitir la biodegradabilidad y biocompatibilidad, que favorecen su aplicación. Por tanto, el detalle de la cantidad y el tipo de colágeno presente se configura como formas de caracterizar los biomateriales. (p. 204)

El propósito de esta revisión es dar a conocer el método y los posibles beneficios que trae la utilización de la piel de tilapia como apósito oclusivo biológico en quemaduras profundas.

II. Metodología

Para dirigir el desarrollo de la síntesis de la presente revisión bibliográfica fue necesario acordar los términos en los que se realizaría la investigación y para ello se planteó la siguiente pregunta: ¿son los

apósitos a base de piel de tilapia efectivos en el tratamiento de quemaduras profundas? Luego se realizó un abordaje de artículos que respondieran dicha interrogante.

Se procedió a realizar una búsqueda de la documentación escrita publicada alrededor del tema en estudio. En la selección de la bibliografía se tuvo un especial cuidado, se introdujeron términos con afinidad al tema, por ejemplo: quemadura, apósito, piel de tilapia y procedimiento y se separaron los artículos por idioma, periodo y confiabilidad. Se seleccionó tres bases de datos para la recolección de información (elservier, scielo y pubmed) se excluyó toda aquella información que no cumpliera con cualidades científicas. Durante el proceso de revisión, las búsquedas solo se limitaron a artículos científicos de revistas de renombre médico. Luego se leyeron los resúmenes e introducciones para así seleccionar aquellos que tuvieran relevancia para la revisión.

III. Resultados y discusión

“La piel es el órgano más extenso del cuerpo y forma una barrera protectora contra el calor, la luz y las infecciones, que regula la temperatura corporal y almacena agua y grasa” (Guzmán, 2019, p.1).

Cualquier daño en ella constituye un problema de salud considerable ya que esta forma uno de los elementos indispensables para la armonía sistemática de nuestro cuerpo. Está formada por tres capas: epidermis, la capa más externa; dermis, la capa media; e hipodermis, la capa profunda (Navarrete, 2003). Según Guzmán (2019) su composición química es: agua (70%); minerales como sodio, potasio, calcio, magnesio y cloro; carbohidratos como glucosa; lípidos, en especial colesterol, y proteínas como colágeno y queratina.

El colágeno es una proteína fibrosa secretada por las células en los tejidos conectivos. Además, es uno de los principales componentes estructurales del hueso, el cartílago y la piel y se le considera uno de los biomateriales más prometedores para el desarrollo de aplicaciones biomédicas en ingeniería de tejidos, especialmente para la reconstrucción de piel, debido a su excelente biocompatibilidad y degradabilidad, así como, por su baja antigenicidad y abundante disponibilidad en mamíferos. (Salas & Rio, 2018, p.3)

Según Meisenberg & Simmons (2018):

La composición química del colágeno tipo I (el más abundante en el cuerpo) está dada por una composición de aminoácidos inusual, con un 33% de glicina y un 10% de prolina. También contiene un 0,5% de 3-hidroxiprolina, un 10% de 4-hidroxiprolina y un 1% de 5-hidrolisina: Estos aminoácidos hidroxilados son sintetizados postraduccionalmente a partir de residuos prolilo y lisilo en el polipéptido. (p. 212)

Tabla No 1: Tipos de colágenos más relevantes en el estudio médico de Salas & Rio

Variedades de colágeno	Localización en el organismo	Función
I	Se encuentra en todo el cuerpo (90%), excepto en los tejidos de cartilaginosos, ubicados también en la piel, tendón, vasos sanguíneos, ligaduras y órganos. Es el componente principal del hueso.	Las fibrillas están agrupadas de tal manera, que otorga gran cantidad de estiramiento, resistencia y flexibilidad a la vez. Este es el tipo de colágeno con el que se elabora la gelatina.
II	Componente principal del cartílago y discos intervertebrales. También, se encuentra en la córnea y el humo vítreo.	Confiere resistencia a los tejidos a la hora de realizar presión intermitente. Es utilizado en el tratamiento de osteoartritis y artritis reumatoide. También, en estética es utilizado para tratar la celulitis, las arrugas, y los signos de la edad.

Variedades de colágeno	Localización en el organismo	Función
III	Está presente en los tejidos musculares, en las paredes venosas, en paredes intestinales, en la piel y en algunas glándulas del cuerpo. Es una molécula dos veces más grande que las del colágeno tipo I y tipo II y es el segundo colágeno en cuanto a abundancia. Está muy relacionado con el colágeno del tipo I.	Su déficit se vincula con el síndrome de Ehlers-Danlos y también, con la enfermedad de Dupuytren conocida también, como fibromatosis de la aponeurosis palmar o contractura en flexión.
IV	El tipo IV forma las bases de la membrana basal celular, cristalino, capilares y vasos sanguíneos dentro del riñón	Su localización en la membrana de células dérmicas contribuye a la filtración de diferentes sustancias.
V	El colágeno tipo V y el colágeno tipo XI son componentes secundarios del tejido y se presentan como fibrillas con colágeno tipo I y II, respectivamente. El tipo V forma las superficies celulares, el cabello y la placenta.	Actúa como uno de los factores reguladores del desarrollo de las fibras colágenas. Su principal función es la de dar elasticidad a los órganos.

Fuente: Tomado de Salas & Rio (2018, p.4)

Un estudio sobre el colágeno de tilapia para biomateriales médicos publicado en 2018 indica que: “la piel de tilapia es un subproducto que contiene aproximadamente un 27,8% de colágeno y este puede utilizarse para el desarrollo biomateriales curativos y cosméticos o como complemento alimenticio debido a sus propiedades biológicas” (Valenzuela *et al.*, 2018, p.3).

En cuanto a la compatibilidad se demostró que el colágeno de origen acuático en comparación con el de mamíferos, contiene niveles más altos de glicina (30%) y de hidroxiprolina se estima en un rango de 30 a 48% del contenido total de aminoácidos, ambos componentes son importantes para la formación y la estabilidad característica del colágeno (Valenzuela *et al.*, 2018).

El componente más abundante de la piel es el colágeno, y llega a suponer el 25% del total de todas las proteínas, esta mejora la apariencia de tu piel ayuda a que se mantenga libre de impurezas, con una apariencia saludable, estimula la salud de la piel, proporcionando firmeza, elasticidad, ayuda a cicatrizar ya que es un excelente nutriente pues refuerza las estructuras de la piel y fortalece los tejidos (Negreiros *et al.*, 2015). El colágeno cumple una función importante en la coagulación que va desde convertir el fibrinógeno en fibrina, capturando las plaquetas y en la formación de coágulos (Valenzuela *et al.*, 2018).

La caracterización de la piel de la tilapia del Nilo, a partir de sus propiedades histomorfológicas, tipificación y características del colágeno (resistencia a la tracción) fue realizada por investigadores (Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos en la Universidad Federal de Ceará). Las características microscópicas de la piel de tilapia son similares a la estructura morfológica de la piel humana, mostrando la dermis compuesta por haces de colágeno es compacta, larga y organizada, en disposición paralela / horizontal y transversal / vertical, predominantemente de tipo I. La piel también demostró una alta resistencia a la tracción y extensión a la rotura. Estos resultados muestran la posibilidad de aplicación de piel de tilapia del Nilo como apósito biológico temporal en quemaduras (Negreiros *et al.*, 2015).

Los sustitutos de la piel se han considerado útiles en el tratamiento de quemaduras, sin embargo, estos materiales son caros y no eficaces para el tratamiento. La piel de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) aparece como un posible subproducto, con aplicabilidad clínica de nuevos biomateriales utilizable para bioingeniería. Perteneciente a la familia de los cíclidos. La piel de este pescado es un producto noble y de alta calidad, ya que tiene una peculiar resistencia como el cuero, tiene la posibilidad de ser utilizada como biomaterial, para cobertura de heridas en la piel humana por quemaduras (Negreiros *et al.*, 2015).

Las quemaduras son un problema de salud pública a nivel mundial tanto por su mortalidad como por su morbilidad, que se traduce en discapacidad. Según datos de Organización Mundial de la Salud en 2012 hubo 320.000 muertes por quemaduras en el mundo. De acuerdo a la Asociación Americana de Quemaduras, que lleva el registro de 70 centros de quemados de Estados Unidos de Norteamérica en su base de datos, entre el 2000 y 2010 hubo 148.000 egresos hospitalarios por quemaduras, 5.540 muertes y un gasto aproximado por tratamiento de pacientes quemados de 1.000 millones de dólares al año. (Albornoz *et al.*, 2013, p.181)

En Chile, anualmente más de 6.000 pacientes requieren hospitalización por quemaduras; 6.435 egresos hospitalarios por quemaduras, 569 muertes y 4,5 por 100.000 y 7.891 años de vida ajustados por discapacidad. Los ingresos por quemaduras graves son más frecuentes en el género masculino, 65,7% comparado con 34,3% en el género femenino. El 99% de los pacientes pertenecía al nivel socioeconómico medio-bajo (Ministerio de la Salud Chile, 2007).

Las lesiones por quemaduras constituyen una de las patologías que con mayor frecuencia ocupan las consultas de urgencia, siendo la variedad de trauma que más frecuentemente deja en el paciente graves y permanentes secuelas, y dependiendo de la magnitud de la injuria, puede constituir un desafío para el médico de urgencia (Piriz, 2002).

En la revisión de manejos de quemaduras de primer y segundo grado, en atención primaria, realizada por Jiménez y García (2018) explican que cuando se produce una quemadura:

Se pone en marcha en el organismo una serie de respuestas locales y sistémicas para intentar reparar el daño causado. Este proceso se lleva a cabo en cuatro fases. La primera (coagulación) intenta proteger el sistema vascular, con la formación del coágulo para evitar la hemorragia y poner en marcha las posteriores etapas, la segunda fase es de inflamación se produce autólisis para intentar eliminar los agentes que puedan afectar a la producción y formación de nuevo tejido, en la tercera fase (proliferación) se produce una migración de fibroblastos que protegen las heridas para que no penetren agentes infecciosos y favorece la migración celular y la formación de matriz extracelular finalmente, la fase de maduración, donde se forma la cicatriz, por lo que el tejido adquiere resistencia. (p.46)

El tratamiento de las quemaduras ha sido siempre objeto de máxima preocupación desde que el hombre descubrió el fuego, no sólo por la elevada mortalidad que generan, sino por los trastornos y graves secuelas que originan y que en muchas ocasiones llegan a ser causa de suicidios. (Lozada *et al.*, 2013, p. 237)

Un apósito es un producto que cubre, protege y aísla la úlcera de factores externos perjudiciales al medio y que actúa de manera pasiva absorbiendo exudados, o de manera activa modificando el lecho de la herida e interviniendo en el proceso de cicatrización. (Lima-Junior *et al.*, 2017, p.10) El tipo de apósito debe establecerse de manera individualizada según las características y la valoración de cada lesión: profundidad, extensión, localización, riesgo de infección, fase evolutiva, cantidad de exudado, sensibilidad, dolor y signos de infección, pauta de curas posibles y características del paciente. (Miranda, 2020, p.32)

En el estudio realizado por Filho *et al.* (2015) titulado Evaluación microscópica, estudio inmunohistoquímico y análisis de propiedades tensiométricas de la piel de tilapia del Nilo en los municipios de Jaguaribara y Fortaleza en Ceará, Brasil en el año 2015, se utilizaron pieles para los apósitos oclusivos que se obtuvieron de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), procedente de la piscicultura en Castanhão (Jaguaribara, CE Brasil), cultivado en tanques de red, desde juveniles hasta peso de sacrificio, entre 800 a 1000 g, recibiendo alimento comercial que van del 28 al 38% de proteína cruda. “Los peces quedaron aturdidos por un choque térmico (cajas isotérmicas con hielo triturado y agua, proporción 1: 1) posterior se sometieron a un desangrado” (p. 205).

Después del sacrificio, las pieles se quitaron con una turquesa (herramienta) y, posteriormente, se retiraron las escamas, se entregaron para lavar con agua corriente, para eliminar cualquier rastro de sangre y otras impurezas y colocar en solución salina estéril (solución de NaCl al 0,9%), previamente enfriada a 4 ° C, para limpieza final. Luego, se eliminó el exceso de músculo, que aún permaneció adherida a la piel, y cortada en trozos de 10,0 cm x 5,0 cm, lavada con solución salina y siguiendo los pasos de esterilización, para su transporte entre municipios Jaguaribara y Fortaleza CE Brasil (captación y acondicionamiento inicial). De acuerdo a Filho *et al.* (2015):

1er paso: las pieles se colocaron en un recipiente estéril, que contiene gluconato de clorhexidina al 2% (solución con tensioactivos), donde permanecieron durante 30 minutos.

2do paso: después de la operación anterior, las pieles se lavaron con solución salina estéril y se trasladó a otro recipiente, que contiene otra solución de gluconato de clorhexidina al 2%, donde permanecieron durante 30 minutos.

3er paso: las pieles se enjuagaron con solución salina estéril y se colocaron en un recipiente que contenía 50% de glicerol, 50% de solución salina y se empacaron para su transporte (sección Jaguaribara-Fortaleza), en una caja isotérmica que contiene hielo. Los siguientes pasos realizados en el UFC NPDM, en un entorno estéril, con flujo laminar horizontal.

4to paso: antes de las 24 horas, se retiraron las pieles de la solución, arriba, se lava con solución salina estéril y se coloca en un recipiente hermético estéril, que contiene 75% de glicerol, 25% de suero fisiológico (masajear la piel durante 5 minutos en esta solución) y mantener durante 3 horas, en un baño de agua, con un agitador a velocidad constante de 15 rotaciones por minuto y temperatura de 37°C.

5to paso: se retiraron las pieles, se lavaron nuevamente con solución salina estéril y se colocaron en otro recipiente estéril y hermético que contiene 100% de glicerol (masajee la piel durante 5 minutos en esta solución) y se mantiene en un baño de agua a la temperatura.

6ta etapa: al final de la última etapa del glicerol, las pieles se reacondicionado en sobres de plástico doble estéril, con doble sellado y almacenado a 4°C. Después de este paso, las pieles fueron enviadas para radioesterilización complementaria, en el Instituto de Investigaciones de Energía Nuclear (IPEN-SP), en rango de cobalto a 30 KG. Cuando se iban a utilizar las pieles, se retiraron del sobre y se lava tres veces en diferentes soluciones de solución salina estéril durante cinco minutos cada uno. Después de este procedimiento, las pieles se cortaron al tamaño de la herida y se aplicaron como apósito oclusivo. Se realizaron siete pruebas microbiológicas para bacterias, gram +, gram - y hongos, comenzando en la piel in natura (antes del primer paso) y los seis pasos descritos anteriormente.

Se utilizaron cuarenta ratas macho adultas jóvenes del linaje Wistar (*Rattus norvegicus*), del vivero NPDM, con peso corporal promedio de 200 g, que se observaron previamente con respecto a las condiciones generales de salud, recibiendo comida estándar para ratas y agua ad libitum (a voluntad). Los animales se dividieron por igual, aleatoria y probabilísticamente, en cuatro grupos que constan de 10 animales cada uno.

Las ratas se sacaron de las jaulas una a una y se pesaron para calcular la dosis anestésica. Luego, después de la anestesia con administración intraperitoneal de ketamina (90 mg / kg) y xilacina (10 mg / kg), los animales se inmovilizaron en decúbito prono, realizar la tricotomía digital del cabello de la espalda, en una zona de aproximadamente 16,0 cm dos (4,0 cm x 4,0 cm) entonces se utilizó una plantilla de acetato de celulosa para demarcar un cuadrado de 3,0 x 3,0 cm en la región dorsal (con un bolígrafo permanente). Posteriormente se realizó la quemadura superficial de segundo grado y profundo, con placa de aluminio de 9,0 cm dos (3,0 cm x 3,0 cm), calentado a

100 ° C, presionado en la piel de la espalda durante 6 y 9 segundos, según el grupo. Después de la cirugía, los animales se identificaron de 1 a 10 dentro de sus respectivos grupos y se mantuvieron en jaulas individuales sin aserrín, a una temperatura media de 24 ° C.

El patrón de heridas en los grupos C1, C2, T1 (quemadura a 100°C durante 6 segundos) resultó en una quemadura superficial de segundo grado. En el grupo T2 (quemadura a 100 ° C durante 9 segundos), el resultado fue una quemadura profunda de segundo grado. Tratamiento de heridas con vendajes abiertos (grupos C1 y C2).

Desde el primer día postoperatorio, las heridas fueron limpiadas diariamente con solución salina isotónica de NaCl (grupos C1 y C2), seguido de la aplicación de una capa solo en el grupo C2., de antimicrobiano tópico de sulfadiazina de plata al 1%, suficiente para cubrir las heridas por completo. Tratamiento de heridas con vendajes oclusivos (grupos T1 y T2).

En el postoperatorio, las heridas se limpiaron con solución salina. NaCl isotónico, seguido de los grupos de aplicación cutánea T1 y T2 de tilapia, fijada con hilo de nailon, en los cuatro extremos, evaluada cada cuatro días durante un período de 22 días. Si la piel fuera suelta, se cambió por piel nueva. Todos estos procedimientos se realizaron con las ratas en el plan anestésico recomendado. Los animales se mantuvieron vivos y se evaluaron hasta el día 22. Las evaluaciones se realizaron los días D0, D5, D9, D12, D16, D19 y D21. El grupo de control C1 no tenía apósito, lo que permitió visualización y valoración diaria de la herida; grupo C2 realizado cambios diarios de apósito de sulfadiazina de plata; grupos T1 y T2, como tenían la piel de tilapia cubriendo la herida, fueron evaluados cada cuatro días con la apertura del apósito, que fue renovado cuando sea necesario. Todos los animales fueron sacrificados por sobredosis de anestésico. (30 mg / kg de xilasina + 270 mg / kg de ketamina). Los grupos con vendajes abiertos, un colgajo de piel y malla subcutánea que contiene la herida cicatrizada, en condiciones asépticas. En los grupos de apósitos oclusivos, se extrajo la piel de tilapia y procedió de la misma manera con la herida.

Las partes se identificaron y fijaron en formalina al 10%. Después la inclusión en parafina, el material se cortó a 5 µm y se tiñó con técnica de hematoxilina y eosina. Los portaobjetos se analizaron bajo microscopía óptica considerando la presencia o ausencia de una úlcera, disposición de los haces de fibras de colágeno, fenotipo e intensidad de infiltrado inflamatorio y necrosis. En los grupos T1 y T2 no fue necesario cambiar diariamente apósitos, como en los grupos C1 y C2, en los que la piel de tilapia permaneció adherido al lecho de la herida. Solo la piel se renovó cuando las ratas quitaron el vendaje y destruyeron la piel, que ocurrió en ocho ocasiones, de un total de 120 evaluaciones en los grupos T1 y T2.

En el grupo T1 y especialmente T2 se presentó la presencia de exudado y costras, especialmente después de D12 (...). En D21, los grupos de control, C1 y C2, todavía tenían costras y algo de presencia de tejido de granulación. Se observó una mejor delimitación de los bordes de la herida en el proceso de curación, en los grupos tratados con piel de tilapia. En cuanto a los parámetros hematológicos y bioquímicos, no se observaron cambios significativos en los parámetros bioquímicos de animales tratados en diferentes grupos ($p < 0.05$), a excepción de la urea, que presentó discretamente aumentado en los grupos T1 y T2 en comparación con los grupos de control, pero sin significado.

Además, se observó que los valores de glucosa estaban por encima del valor establecido para esta especie de animal en todos los grupos, hecho justificado por las dosis anestésicas. En el análisis histológico, el grupo de control negativo (quemadura hasta 100 ° C, 6 segundos, tratado con suero fisiológico) presentó dermis constituido por tejido conectivo fibroso desprovisto de revestimiento epitelial, cubierto por membrana fibrinogranulocítica, exhibiendo intenso infiltrado inflamatorio neutrofílico en la región más superficial. También se observaron células inflamatorias de

linfoplasmodios a través de la proliferación de células fusiformes, además de los glóbulos rojos extravasados. En profundidad, se observó tejido de músculo esquelético sin cambios histológicos. Los animales del Grupo C2, quemados a 100 ° C durante 6 segundos y tratados con sulfadiazina de plata al 1%, mostraron tejido conectivo fibroso desprovisto de revestimiento epitelial, exhibiendo, en la superficie, membrana fibrinolítica asociada a un infiltrado intenso leucocitos mixtos, con granulocitos polimorfonucleares (neutrófilos) y eritrocitos extravasados. En lo profundo, se observaron haces de colágeno gruesos libres de inflamación. En el grupo T1, con quemado a 100 ° C, durante 6 segundos y tratados con un apósito biológico de tilapia, se observó tejido conectivo fibroso sin revestimiento epitelial en las muestras con intenso infiltrado inflamatorio histiolinfoplasmodiario en nidos, el que se extendía entre los haces de colágeno en extractos. Se observaron granulocitos polimorfonucleares neutrófilos, predominantemente en la región superficial. Solo en dos muestras se visualizó un infiltrado intensamente agudo.

En el Grupo T2, en el que la quemadura fue igualmente a 100 ° C, pero durante 9 segundos, el análisis microscópico reveló tejido conectivo fibroso sin epitelio de revestimiento, con leve a moderado infiltrado inflamatorio mononuclear (histiolinfoplasmodiario), con granulocitos polimorfonucleares restringidos a neutrófilos ocasionales región de superficie. En profundidad, el corion fibroso estaba libre de inflamación. (pp. 205-207)

En un estudio realizado en Fortaleza, Brasil, de abril de 2017 a octubre de 2018, con una población de 115 hombres y mujeres, reclutados de un centro de tratamiento de quemaduras local, el tratamiento fue piel de pez de tilapia del Nilo, que tiene una patente registrada en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) con el número BR 10 2015 021435 9. (Jones, s.f.)

La piel de pez de tilapia del Nilo se sometió a un riguroso proceso de esterilización química, glicerolización e irradiación, seguidas de pruebas microbiológicas para bacterias y hongos, antes del almacenamiento en envases refrigerados estériles. Antes de su uso en el paciente, la piel se lavó en solución salina estéril al 0,9% durante 5 minutos, repitiéndose este proceso tres veces en una fila. En el grupo de control, el tratamiento convencional con crema de sulfadiazina de plata al 1% fue aplicado. La aleatorización se realizó utilizando una lista predefinida generada por computadora, con 57 pacientes asignados al grupo de prueba y 58 pacientes asignados al grupo de control grupo. (Jones, s.f.)

Los resultados de este estudio demuestran que los pacientes afectados que reciben la piel de tilapia consumen menos analgésicos que los que siguen el tratamiento convencional. Además, la cicatrización de las heridas se consigue de manera más rápida en el primer grupo que en el segundo. (Jones, s.f.)

IV. Conclusiones

Después de esta revisión bibliográfica fue posible contestar a la interrogante de investigación de forma satisfactoria:

- a. El uso de apósitos a base de piel de tilapia es un gran avance en el tratamiento de quemaduras graves ya que no solamente presenta una buena adherencia al lecho de las heridas, sino que no causa alteraciones relevantes en los parámetros hematológicos y bioquímicos de las funciones renales y hepáticas.
- b. El uso de apósitos a base de piel de tilapia se proyecta como una técnica ingeniosa e innovadora en cuanto a los biomateriales y esta acelera el proceso de cicatrización de las quemaduras ya que el análisis reveló que el tejido conectivo fibroso sin epitelio de revestimiento presenta un leve a moderado infiltrado inflamatorio mononuclear, pero en profundidad, el corion fibroso estaba libre de inflamación.

- c. El uso de apósitos a base de piel de tilapia permite una reducción considerable del dolor lo cual se refleja por la disminución del consumo de analgésicos por dichos pacientes en comparación a los que se les aplica un tratamiento convencional.

Por estas razones mencionadas nos queda muy claro que este procedimiento en un futuro puede llegar a salvar miles de vidas humanas ya que las quemaduras profundas son una de las principales causantes de muertes a nivel mundial.

Para que esto se materialice se necesita realizar estudios experimentales en nuestro país y de esta forma aprovechar los beneficios y ventajas que de manera prometedora ha presentado este tipo de tratamiento.

V. Lista de referencias

- Albornoz, C. R., Villegas, J., Peña, V., & Whittle, S. (2013). Epidemiología del paciente gran quemado adulto en Chile: experiencia del Servicio de Quemados del Hospital de la Asistencia Pública de Santiago. *Revista Médica de Chile*, 141(2), 181–186. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872013000200006>
- Bosworth, L., y Downes, S. (2011, June 21). *Electrospinning for Tissue Regeneration – 1era edicion*. Elsevier.com. <https://www.elsevier.com/books/electrospinning-for-tissue-regeneration/bosworth/978-1-84569-741-9> P. 317-339
- Filho, M., Verde, M., Júnior, E., Silva, P., Feitosa, V., Miranda, M., & Moraes, M. (2015). Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Queimaduras*, 14(3), 203–210. <http://rbquemaduras.org.br/details/263/pt-BR/avaliacao-microscopica--estudo-histoquimico-e-analise-de-propriedades-tensioetricas-da-pele-de-tilapia-do-nilo>
- Guzmán, A. (2019). Dermatología, Atlas, diagnóstico y tratamiento (H. Serrano, Ed.; 7ma ed., Vol. 1, pp. 1–25) [cita de *Dermatología, Atlas, diagnóstico y tratamiento*]. McGRAW – HILL INTERAMERICANA. (Trabajo original publicado en 1987).
- Jiménez Serrano, R., & García Fernández, F.P. (2018). Manejo de las quemaduras de primer y segundo grado en atención primaria. *Gerokomos*, 29 (1), 45–51. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2018000100045
- Jones, F. (s.f.). *En la piel de la tilapia*. Recuperado el 15 de junio de 2019, sitio web de Fapesp.br: <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/en-la-piel-de-la-tilapia/>
- Lima-Junior, E. M., Picollo, N. S., Miranda, M. J. B. de, Ribeiro, W. L. C., Alves, A. P. N. N., Ferreira, G. E., Parente, E. A., & Moraes Filho, M. O. de. (2017). *Uso da pele de tilápia (Oreochromis niloticus), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras*. Repositorio.ufc.br. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/28917>
- Lozada Chinaea, M., Gandaria Marsillí, Á., Aguilar Gutiérrez, E., Ramos Martínez, J., Gómez Zayas, O., & Domínguez Sardiñas, N. (2013). Comportamiento de las lesiones por quemaduras atendidas antes de las 72 horas y después de dicho período. *Revista cubana de medicina general integral*, 29 (3), 236–244. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-21252013000300002
- Meisenberg, G., & Simmons, H. (2018). *Principios de la bioquímica médica, cuarta edición Colágenos: tipos, composición, características y distribución en tejidos*. Elsevier Connect. <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/colagenos-tipos-composicion-distribucion-tejidos>

- Ministerio de Salud de Chile. (2007). *Guía clínica gran quemado [cita de guía clínica gran quemado]*. MINSAL. <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7222d6a3774f3535e04001011fo1482e.pdf>
- Miranda Altamirano, Ariel. (2020). Uso de apósitos en quemaduras [Review of Uso de apósitos en quemaduras]. *Scielo; cirugía plástica ibero-latinoamericana*, Vol. 46. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=So376-78922020000200008
- Navarrete, F. (2003). *Histología de la piel*. UNAM. Vol.46 (No.4): Pág. 130-133. <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2003/uno34d.pdf>
- Negreiros, A., Alves, N., Quezado, M., Verde, L., Ernando, A., Ferreira Júnior, C., Goberlânio De Barros Silva, P., Feitosa, V., Maciel, E., Júnior, L., Borges De Miranda, M., Odorico, M., & Filho, M. (2015). Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo *Artigo Original Avaliação microscópica*, 14(3), 203–213. <http://rbqueimaduras.com.br/export-pdf/263/v14n3a04.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Prevención y cuidados de Quemaduras*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns>
- Píriz Campos, R. (2002). *Objetivos Quemaduras*. p. 1123-37. <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/manejo%20quemaduras%20conceptos%20claificacion.pdf>
- Salas, R. G., & Río, M. M. V. del. (2018). Piel de ciclidos con utilidad en las quemaduras: perspectivas en la Medicina. *Revista UNIANDES de Ciencias de La Salud*, 1(1), 038–052. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/RUCSALUD/article/view/1138>
- Valenzuela-Rojo, D. R., López-Cervantes, J., & Sánchez-Machado, D. I. (2018). *Tilapia (Oreochromis aureus) Collagen for Medical Biomaterials*. In www.intechopen.com. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/61471>
- Vargas Naranjo, S., Romero Zúñiga, J.J., Prada Castellanos, Y., Fonseca-Portilla, G., & Lao Gallardo, W. (2009). Factores de riesgo para el desarrollo de infecciones intrahospitalarias en pacientes quemados. Hospital S. Juan de Dios, Costa Rica: Enero 2003 - Diciembre 2005. Parte II. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 35(4), 303-309. Recuperado en 28 de enero de 2022: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So376-78922009000400007&lng=es&tlng=es.
- Velarde-Rodriguez, M.G., Gonzalez Salas, R., y Vidal del Rio M.M. (2018). *Piel de ciclidos en quemaduras: perspectiva médica* (internet) (citado 09 de nov 2021), volumen (1). <http://45.238.216.13/ojs/index.php/RUCSALUD/article/view/1138>