

Le traitement des brûlures chez les mammifères par la peau de tilapia

Auteur : Janssens, Camille

Promoteur(s) : Noël, Stéphanie

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/14961>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Le traitement des brûlures chez les mammifères par la peau de tilapia

Treatment of mammalian burns with tilapia skin

Etudiante: Camille Janssens

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021/2022

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Le traitement des brûlures chez les mammifères par la peau de tilapia

*Treatment of mammalian burns with tilapia
skin*

Etudiante: Camille Janssens

Tuteur: Stéphanie Noël

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade de Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021/2022

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Le traitement des brûlures chez les mammifères par la peau de tilapia

OBJECTIF DU TRAVAIL :

Analyser, au moyen d'études réalisées lors des précédentes années, si un nouveau traitement à base de peau de poisson (tilapia) est adapté pour le traitement de brûlures chez les mammifères.

RESUME :

Les différentes études reprises dans ce travail permettent de mettre en évidence une réparation plus rapide, moins douloureuse et plus adaptée à l'animal lors de l'utilisation des peaux du poisson tilapia que lors d'utilisation de méthodes traditionnelles.

Malheureusement, la conservation et le prélèvement des peaux semblent poser un problème pour pouvoir le commercialiser en Europe et la question éthique du prélèvement des peaux de poissons semble toujours ouverte à la discussion.

Toutefois, cette méthode semble faire ses preuves en Amérique du Sud et du Nord et il n'est pas à exclure que celle-ci tende à se perfectionner et se mondialiser au cours des prochaines années.

Treatment of mammalian burns with tilapia skin

AIM OF THE WORK:

Analyze, through studies carried out in previous years, whether a new treatment based on fish skin (tilapia) is suitable for the treatment of burns in mammals.

SUMMARY:

The various studies included in this work demonstrate faster, less painful and more animal-friendly's repair when using tilapia fish skins than when using traditional methods.

Unfortunately, the conservation and removal of the skins seems to be a problem in order to be able to market it in Europe and the ethical question of the recuperation of fish skins still seems open to discussion.

However, this method seems to be proven in South and North America and it cannot be ruled out that it will tend to improve and become global in the coming years.

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier le corps étudiant, mes professeurs pour m'avoir permis d'acquérir les compétences et savoirs que je possède actuellement ainsi que ma tutrice, Stéphanie Noël, qui a su répondre à mes questions en élaborant cette étude et ce, de manière à ce que mon travail puisse avancer relativement rapidement.

Je remercie aussi ma famille, mes ami(e)s d'avoir été présents ainsi que le Dr Morales pour avoir corrigé mon TFE.

Mes ami(e)s ont joué un rôle tout particulièrement important en m'apportant leurs idées, en me poussant à toujours donner le meilleur de moi-même et en me rappelant que l'amitié est une des plus belles valeurs qui existe.

Table des matières

1. Introduction
2. Structure et propriété de la peau
 - a. Epiderme
 - b. Derme
 - c. Hypoderme
 - d. Annexes
 - e. Renouvellement de la peau
 - f. Les étapes de cicatrisation de la peau
3. Sévérité d'une brûlure cutanée
4. Les soins utilisés actuellement pour traiter les brûlures
 - a. Classification de la brûlure
 - b. Description macroscopique d'une brûlure
 - c. Prise en charge d'une brûlure
5. La peau du tilapia
 - a. Introduction
 - b. Intérêt
 - c. Collagène
 - d. Stérilisation de la peau de tilapia
 - e. Développement des pansements au collagène
6. Cas clinique peau de tilapia
7. Possibilité en Europe

Introduction

Ce travail a pour but d'aborder brièvement un traitement alternatif par rapport à ce qui est réalisé actuellement en ce qui concerne le soin des brûlures. Nous allons commencer par un rappel sur la structure de la peau ainsi que ses propriétés pour ensuite prendre connaissance des différents types de brûlure possibles.

Nous continuerons sur les traitements utilisés actuellement et entrerons dans le vif du sujet en prenant connaissance des propriétés de la peau de tilapia, de ses avantages et désavantages par rapport aux traitements utilisés actuellement. Trois cas cliniques seront analysés pour évaluer l'efficacité d'un tel traitement.

Enfin, nous terminerons par une recherche rapide pour voir s'il est possible de réaliser cette technique en Belgique.

2. Structure et propriété de la peau

La peau est un tissu de revêtement souple qui est constitué de 3 parties : l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Chez le chien, celle-ci va mesurer entre 0,5 et 5 mm, son épaisseur pouvant varier selon les races (par exemple, le Shar-peï présentera une peau plus épaisse).

Son rôle est multiple : protection contre l'environnement extérieur (UV, eau, micro-organismes, ...), régulation thermique, perception sensorielle ou encore fonction sociale comme la reconnaissance entre individus par exemple.

On trouvera en sa surface un fin film hydrolipidique produit par les glandes sébacées qui va le protéger des agressions extérieures.

a. L'épiderme

La première couche que l'on rencontre en partant de l'environnement extérieur est l'épiderme, c'est donc la partie la plus superficielle. Celui-ci est constituée de 4 types de cellules :

- les kératinocytes issus de la desquamation
- les cellules de Langerhans avec leur rôle de surveillance immunitaire face aux antigènes
- les mélanocytes, protégeant des UV et pigmentant la peau
- les cellules de Merkel, productrices de neuromédiateurs de l'inflammation.

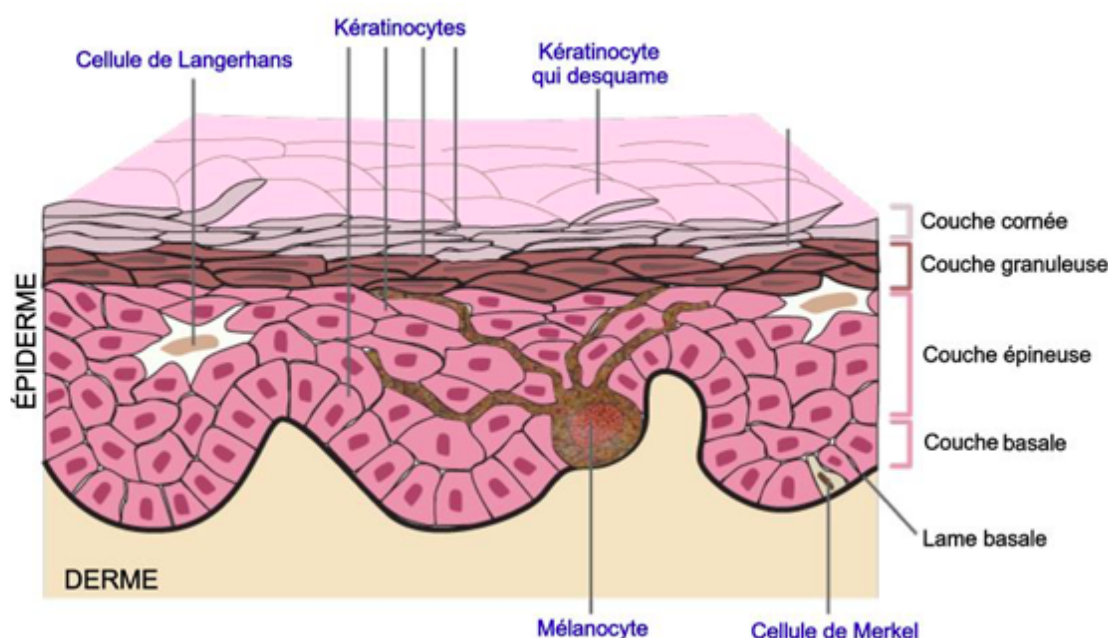


Figure 1: couche épidermique de la peau en coupe transversale¹

¹ <https://microbiologiemedicale.fr/peau-anatomie/>

L'épiderme comprend aussi différentes couches. La couche basale, aussi nommée stratum basal, qui permet un renouvellement de la couche superficielle de la peau par épithélialisation en est la couche la plus profonde. La couche suivante est l'épineuse qui comprend le plus souvent une seule assise de kératinocytes. Ensuite nous avons la couche granuleuse ou stratum granulosum qui est discontinue (absente dans certaines régions). La couche cornée est la couche la plus externe. On observe une épaisseur plus importante au niveau de la truffe et des coussinets où elle est faite de nombreuses assises de kératinocytes morts, anucléés, complètement kératinisés et aplatis parallèlement à la surface.

b. Le derme

Contrairement à l'épiderme, le derme est traversé par des vaisseaux sanguins ainsi que des vaisseaux lymphatiques et va contenir la plupart des annexes de l'épiderme. Des nerfs vont également être présents de la même manière que dans l'épiderme.

Cette couche est principalement constituée de fibroblastes qui jouent un rôle de soutien mais on y retrouve également du collagène et de l'élastine apportant de la résistance et de l'élasticité au tissu.

c. L'hypoderme

La dernière couche est l'hypoderme. Ce tissu conjonctif lâche est riche en vaisseaux sanguins et se situe entre le derme et le tissu sous-cutané. Il se compose de lobules graisseux (aussi connus sous le nom d'adipocytes) séparés par du tissu conjonctif. Son épaisseur va dépendre de la taille du corps et du degré d'obésité de l'animal. Ses rôles varient entre stockage des lipides et des substances liposolubles, isolation thermique et protection contre les traumatismes.

d. Annexes

Au niveau des annexes cutanées, nous retrouvons les glandes telles que les glandes sudoripares et les sébacées ainsi que les phanères qui comprennent les follicules pileux et les griffes.

Ces derniers sont visibles au niveau de l'épiderme mais se situent en réalité au niveau du derme ou de l'hypoderme. De profondes lésions ne permettent plus la régénération de ces annexes au niveau de la plaie mais la réépithélisation est possible à partir des bords viables de la plaie.

e. Renouvellement de la peau

La desquamation de l'épiderme dure environ 28 jours et consiste en l'élimination des cellules mortes situées en surface et la migration des cellules nommées kératinocytes. Celles-ci vont partir de la couche basale pour atteindre la couche cornée afin de former une barrière protectrice naturelle de l'épiderme.

f. Les étapes de la cicatrisation de la peau

La cicatrisation peut être divisée en 3 phases : une phase inflammatoire, une phase de prolifération/réparation et une phase de remodelage/maturation.

Les phases ne sont pas strictement séparées dans le temps mais se chevauchent, on peut donc retrouver plusieurs phases simultanément au sein d'une même plaie.

La première phase, inflammatoire, prend 2 à 4 jours. Elle aura pour rôle de nettoyer la zone lésée, d'éliminer les bactéries ainsi que de préparer la zone à passer à la phase suivante. Elle débutera par une hémorragie d'abondance variable qui permettra de nettoyer la surface de la plaie, et en simultanée on aura une vasoconstriction sous l'effet de différentes molécules telle que les catécholamines, la sérotonine, la bradykinine et l'histamine. Les plaquettes, combinées à la vasoconstriction, vont également jouer un rôle de coagulation en formant un caillot, ce qui permettra de limiter la perte de fluide et un rôle de défense contre l'infection en libérant des facteurs de croissance tels le TGF- β ou le EGF permettant la migration et l'activation des fibroblastes, macrophages et leucocytes. On retrouvera les symptômes classiques de l'inflammation : rougeur, chaleur, douleur, enflure.

Les premières cellules présentes sur le site infectieux sont les PMN connus sous le nom de neutrophiles. On les observe environ 6h après la plaie. Ils vont croître jusqu'à atteindre un pic à 24-48h puis vont décroître si l'infection n'est plus présente. Ces neutrophiles vont former ce que l'on appelle le pus, mélange entre des neutrophiles dégénérés, de l'exsudat et des débris nécrosés.

Puis environ 12h post plaie, les monocytes sont attirés à l'endroit de la plaie grâce majoritairement à TGF- β . Ils vont servir à la phagocytose en se transformant en macrophage qui peuvent également fusionner pour donner les cellules géantes. Ces macrophages vont par ailleurs sécréter des cytokines et des facteurs de croissance permettant le recrutement de cellules mésenchymateuses, la différenciation des fibroblastes, la synthèse du collagène ou encore la formation du tissu de granulation. Les suivants à arriver sont les lymphocytes qui connaissent un pic au jour 6. Ceux-ci vont jouer un rôle en sécrétant des molécules appelées lymphokines qui vont améliorer ou stopper la migration et la réplication des fibroblastes ainsi que la synthèse de collagène.

La seconde phase est la phase de réparation, elle va durer 10 à 15 jours. Elle comprend la formation de nouveaux vaisseaux sanguins, l'attraction par les

macrophages de nombreux fibroblastes permettant la contraction de la plaie ainsi que son humidification formant ainsi un nouveau tissu, nommé tissu de granulation. Les plaquettes et les macrophages vont être à l'origine de la libération de molécules chimiotactiques et de facteurs de croissance qui vont se différencier en fibroblastes. Ceux-ci vont migrer vers la plaie petit à petit suivant l'élimination des débris faisant obstacle à la cicatrisation par les neutrophiles et macrophages. Le tissu de granulation est formé d'un ensemble bourgeons charnus eux fais de tissus conjonctif et de la néoformation des vaisseaux sanguins. Du bord de la plaie vont se multiplier les cellules épithéliales, recouvrant ainsi le tissu de granulation. Cela permettra de renforcer la nouvelle barrière cutanée en la protégeant du dessèchement et des agressions extérieures. Les cellules basales vont migrer selon un phénomène de contact c'est-à-dire que leur progression va stopper lorsque ces cellules entreront en contact avec une autre du même type.

Le collagène de type 1 et 2 se synthétise à partir du jour 4 à 5 et atteint un pic après 2 à 3 semaines avant d'être progressivement éliminé par les fibroblastes et les cellules épithéliales.

Une phase de contraction de la plaie a également lieu dans les 5-9 jours post traumatisme et est permise par les myofibroblastes ainsi que les fibroblastes. Elle aura pour but de rapprocher les bords de la plaie entre eux.

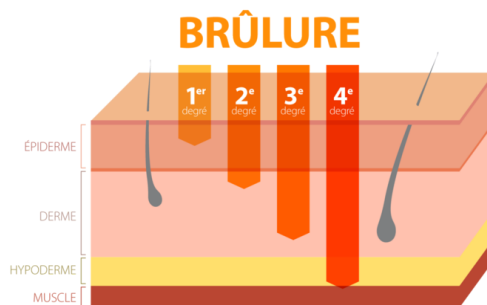
S'ensuit la phase de maturation qui est la phase la plus longue (3 semaines à 2 ans). A ce moment, la peau va retrouver ses différentes couches et le tissu de granulation va régresser. Le collagène immature va être remplacé par un mature et on aura une régression de la vascularisation. Les poils et glandes sébacées vont se reconstituer ainsi que les vaisseaux lymphatiques et sanguins. La cicatrice nouvellement formée sera pigmentée mais l'arrivée de mélanocyte se fera de manière ultérieure, recolorant la plaie. Cette phase se termine lorsque la peau est complètement refermée.

3. Sévérité d'une brûlure cutanée

On observe différents types de brûlures telles celles de nature thermique (fourneaux, cheminées, incendies) ou électriques ou bien d'origine accidentelle (radiateurs, véhicules motorisés) ou encore iatrogènes (bistouri électrique, lampes chauffantes). Les brûlures radiologiques ou chimiques sont plus rares en médecine vétérinaire.

Nous ne nous intéresserons ici qu'aux brûlures thermiques.

L'évaluation de la sévérité d'une brûlure va dépendre de sa profondeur (suivant la température de l'agent thermique, la durée de contact ainsi que la conductance des tissus), son étendue, sa localisation ainsi que de l'âge du patient.



² Figure 2: Les différents grades de brûlures

Les brûlures vont pouvoir être classées selon leur profondeur en 4 grades.

- La première est celle qui ne concerne que l'épiderme. On aura donc une atteinte très superficielle avec un aspect érythémateux et sec de la peau. On aura aussi de la douleur au toucher mais pas de répercussion au niveau systémique.
La cicatrisation à cette étape mettra entre 3 à 5 jours et ne laissera pas de cicatrice.
- Le second degré va concerner l'entièreté de l'épiderme ainsi que le derme. On va pouvoir le classer en 2 catégories suivant la profondeur du derme atteint. La première catégorie étant plus superficielle, la réépithélisation demandera 1 à 2 semaines. Visuellement on observe la présence de vésicules sur la peau de l'animal avec une douleur allant de modérée à intense ainsi que de l'œdème. La catégorie plus profonde va se distinguer par une coloration rouge-blanchâtre, une faible sensibilité à la douleur (dépendante de l'atteinte du réseau nerveux) ainsi qu'une répercussion

² <https://medecinsansrendezvous.telequebec.tv/articles/456-les-4-degres-de-brulures-expliques>

systémique importante et la présence d'escarre. La cicatrisation prendra entre 2 et 3 semaines avec la possibilité de laisser une cicatrice.

- Le troisième degré va impliquer l'épaisseur totale de la peau. On observe une peau noirâtre avec une pâleur cireuse. La douleur sera moins forte si les terminaisons nerveuses sont atteintes. La répercussion systémique sera telle que le pronostic vital sera engagé et la cicatrisation ne sera possible que si une intervention chirurgicale comprenant des greffes ou des lambeaux de peau est entamée. Sans intervention, on observe des cicatrices de grandes tailles avec un dysfonctionnement du tissu sous-jacent.
- Pour terminer le quatrième degré va s'étendre jusqu'aux structures sous-jacentes (fascia, muscles, os...). On parlera également de carbonisation.

On peut aussi classer les brûlures selon la surface corporelle brûlée exprimée en pourcentage de surface corporelle totale. Les brûlures qui comprennent moins de 20% de la surface corporelle totale sont considérées comme cutanées locales. On n'observe pas de désordre métabolique trop sévère avec une peau douloureuse et des lésions visibles après 24-48h. A l'inverse, celle entre 20 et 30% nommée brûlure cutanée étendue vont entraîner des répercussions systémiques et on aura recours à des traitements chirurgicaux et médicaux. Au-delà de 50%, le pronostic est sombre et les soins sont intensifs avec la possibilité d'euthanasier l'animal dans les heures qui suivent.

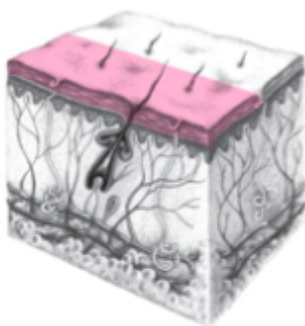


Figure 8 : Brûlure du 1^{er} degré [43]

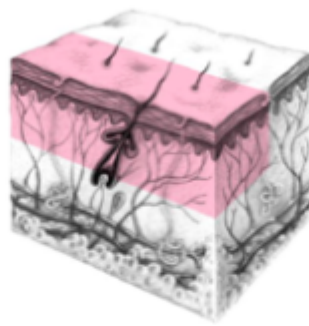


Figure 9 : Brûlure du 2^{ème} degré (superficielle) [43]

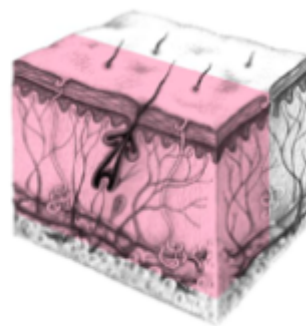


Figure 10 : Brûlure du 2^{ème} degré (profonde) [43]

Figure 3: Classement des brûlures cutanées selon la profondeur³

³ MULLER G H, KIRK R W, MILLER W H, GRIFFIN C E (2001). Muller and Kirk's Small Animal Dermatology. 7th Edition . Saint Louis : Saunders Elsevier. 948 pages. ISBN 978-1-4160-0028-0

4. Les soins utilisés actuellement pour traiter les brûlures

Comme déjà cité précédemment, il existe différents types de brûlures telles les thermiques, électriques, radiologiques ou chimiques. Les deux dernières sont rares en médecine vétérinaire et la plus fréquente est la brûlure thermique.

Avant toute chose, il est intéressant de définir la brûlure pour mieux la comprendre. Une brûlure est une lésion de la peau engendrée par une chaleur trop importante.

a. Classification de la brûlure :

Comme mentionné précédemment, elle est classée selon la couche de peau atteinte et selon la surface sur laquelle elle s'étend. Pour définir cette surface, il existe deux méthodes en médecine humaine : la "Rule of Nines" pour les adultes et le "Lund-Browder chart" pour les enfants jusqu'à 15 ans. Les deux s'expriment en pourcentage. En médecine vétérinaire, on utilisera celle pour les enfants étant donné que les animaux comme les enfants, ont une tête plus grande et des membres plus petits, par rapport au reste du corps.

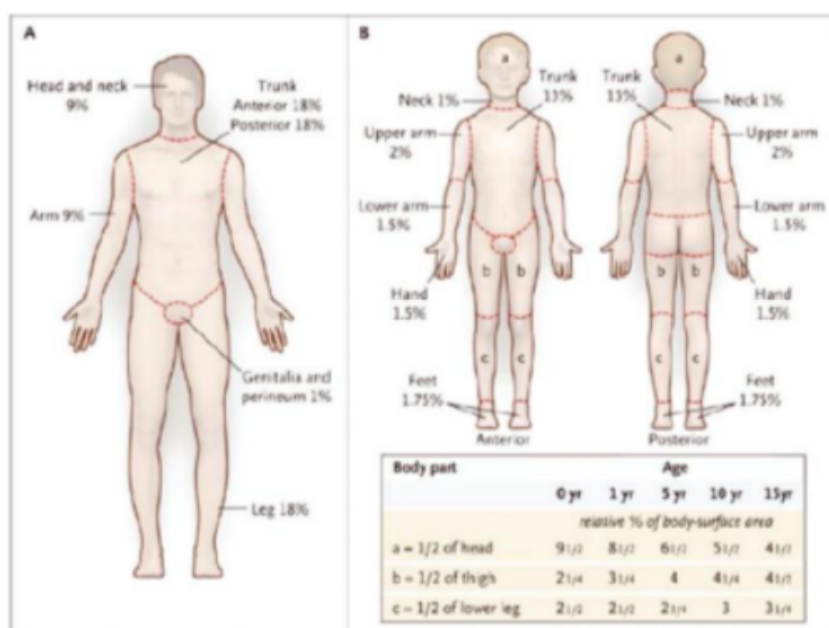


Figure 4: Illustration de la "Rule of Nines" (A) et "Lund-Browder chart" (B)⁴

⁴ MULLER G H, KIRK R W, MILLER W H, GRIFFIN C E (2001). Muller and Kirk's Small Animal Dermatology. 7th Edition. Saint Louis : Saunders Elsevier. 948 pages. ISBN 978-1-4160-0028-0

Ce pourcentage permet de savoir que lorsqu'on est à 20% de surface corporelle, on peut considérer cela comme des brûlures cutanées locales. Au-delà de 20-30% ce sont des brûlures cutanées étendues et une brûlure de plus de 50% de cette surface entraînera un pronostic sombre.

En médecine vétérinaire, on observe majoritairement des brûlures cutanées locales. Lorsque celle-ci est étendue on parle alors de "grand brûlé". Il est caractérisé par une hypovolémie, une diminution du débit cardiaque, une augmentation des résistances vasculaires périphériques et un ralentissement du flux sanguin périphérique.

Les conséquences des brûlures étendues sont visibles aussi bien au niveau du système rénal qu'au niveau nerveux entraînant une augmentation considérable du métabolisme suite aux médiateurs de l'inflammation et à la sécrétion de catécholamines et d'hormones de stress telles le cortisol et le glucagon. Il est fréquemment observé une hyperlipidémie et une hyperinsulinémie pendant plusieurs semaines suivant la plaie. L'augmentation de ce métabolisme entraîne une dénutrition qui doit être contrée par une alimentation entérale précoce.

b. Description macroscopique de la brûlure :

La brûlure peut être divisée en 3 zones, le centre étant l'endroit où la peau a reçu le plus de chaleur. On l'appelle la zone de coagulation. Son nom provient du fait que l'on observe une coagulation des protéines cellulaires qui s'achèvera par la mort des cellules dû à la température trop haute. C'est à cet endroit que l'on observe le plus de lésions car la chaleur va se dissiper au fur et à mesure que l'on s'éloigne de son centre.

La zone en périphérie de la première est la zone de stase, nommée ainsi car on retrouvera des cellules viables et non viables. Une ischémie locale aura lieu et en absence de traitement (la mise en place de fluidothérapie) la zone de coagulation va progresser.

La dernière zone est la zone d'hyperhémie. On y retrouve des cellules viables et une vasodilatation locale engendrée par les médiateurs de l'inflammation libérés par les cellules lésées.

En règle générale, un animal brûlé présente une combinaison de lésions de profondeurs différentes réparties à la surface du corps et à son admission, il est souvent difficile de pouvoir rapidement évaluer la profondeur des brûlures cutanées, dont l'expression lésionnelle peut mettre plusieurs heures avant d'apparaître cliniquement. Ainsi, les brûlures du deuxième et du troisième degré sont souvent apparentes rapidement après l'exposition alors que celles du premier degré mettent parfois jusqu'à 3 jours pour se déclarer cliniquement. Les escarres correspondent à des zones de nécrose cutanée localisées où la barrière cutanée est interrompue, ce qui favorise la prolifération bactérienne localement.

c. Prise en charge de la brûlure :

L'important est de refroidir la plaie le plus rapidement possible, l'idéal étant dans les 30 minutes après la brûlure. Ce refroidissement permet de stopper la progression de la brûlure et de réduire l'intensité de l'œdème ainsi que d'améliorer la cicatrisation. Cela aura aussi une action sur la douleur en la diminuant.

La température idéale pour refroidir cette plaie est de 15 degrés, soit environ la température de l'eau du robinet. Il faut l'appliquer pendant 20 minutes. Le risque d'utiliser une eau trop froide est de créer une ischémie locale ainsi qu'une hypothermie.

Lors de la prise en charge de l'animal chez le vétérinaire, il est important d'évaluer l'état général de cet animal. On examine les voies respiratoires, le système respiratoire et le système cardio-vasculaire. Une fois l'animal stable, on va faire une anesthésie générale pour gérer l'aspect douloureux.

Selon le degré de brûlure, la chirurgie pourra être nécessaire. Lors de brûlures superficielles du premier degré, si la plaie est tenue humide et propre, la cicatrisation aura lieu en 1 semaine. Lors des brûlures du deuxième degré si on est en superficiels, on aura besoin d'un nettoyage ainsi qu'un débridement. Lorsque l'on passe aux brûlures profondes du 2ème et 3ème degrés, en plus du nettoyage et du débridement, on aura besoin d'appliquer un traitement antimicrobien topique jusqu'à ce que la plaie se referme ou alors mettre en place une greffe. La brûlure doit régulièrement être décontaminée et les tissus nécrosés doivent être retirés. Le pansement nécessite un changement régulier, plusieurs fois par semaine. Parmi les traitements anti-microbiens, on retrouve la sulfadiazine d'argent sous la forme d'une crème hydrosoluble ou sous forme de pansement pouvant rester sur place pendant 3-7 jours. Celle-ci permettrait de diminuer la douleur liée au changement de pansement.

Un autre anti-microbien est l'acétate de mafénide, utilisé lorsque l'on a une résistance au premier mais il a pour désavantage de provoquer une douleur sur le site d'application.

Le miel est également une bonne alternative avec son spectre antimicrobien variable. Il joue aussi un rôle de barrière physique et crée un environnement humide favorable à la cicatrisation.

Il est important de prendre en compte la nutrition de ce genre de patients car ils présentent un métabolisme élevé, augmentant les besoins en protéines. Chez l'homme par exemple, on considère que les besoins énergétiques sont multipliés par 1.67 en moyenne par rapport aux besoins à l'entretien. Il est donc intéressant d'évaluer les besoins calorico-protéiques du patient afin de mettre en place une supplémentation adaptée et de maintenir un poids vif constant.

5. La peau du tilapia

a. Introduction:

Le tilapia est le poisson le plus consommé au monde. La production mondiale de tilapia représente 143 kilos de poisson par seconde, soit 4,5 millions de tonnes par seconde. Ce poisson a pour avantage un faible coût de par son alimentation, sa facilité d'adaptation à l'aquaculture et son côté robuste. Principalement présent en Asie, en Afrique du Sud et en Amérique du Sud, il peut être importé et élevé en Europe. La Belgique importe 4.011 tonnes de tilapia dont les trois quarts provenant de pays asiatiques. Le défaut dans l'élevage de ce poisson dans les pays européens est que le tilapia nécessite des conditions d'élevage particulières comme un bassin d'eau tempérée de minimum 25°C rendant son coût de production plus important.

C'est aux environs de 2017, en Amérique du Sud et plus particulièrement au Brésil que l'on commence à entendre parler de l'utilisation des peaux de tilapia afin de soigner les patients atteints de brûlures de grade variant entre 1 à 3.



Figure 5: Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)⁵

b. Intérêt:

Pourquoi la peau de tilapia représente un intérêt dans le traitement des brûlures ?

Les chercheurs se sont rendu compte que la peau des poissons contient beaucoup de collagène et que celui-ci permet une cicatrisation plus rapide de la peau brûlée, assurant une meilleure résistance et plus d'élasticité. Ces peaux ont été utilisées dans le cas de brûlures au 2ème et 3ème degrés chez des humains au Brésil (voir chapitre cas clinique) et les résultats montrent que l'utilisation de ce type de

⁵ <https://www.alimentarium.org/fr/savoir/tilapia>

pansement permet de réduire la douleur et le stress liés au changement de bandage car cela nécessite un renouvellement moins fréquent. De plus, il aurait une action antibactérienne et antioxydante.

Il y a aussi un aspect économique car ces peaux n'étant pas consommées, elles sont actuellement vues comme des déchets. Vu que le tilapia est un poisson très présent dans le monde, on peut s'en procurer facilement et à moindre prix (environ 0.55 – 0.65 USD/KG). La peau de ce poisson nécessite uniquement un traitement stérile, plusieurs types de traitements sont possibles.

La peau contient du collagène avec une valeur de rendement de 11 % à 63 %, variant selon le type de poisson, du matériel d'extraction et des techniques d'extraction du collagène.

c. Le collagène :

Le collagène est la protéine la plus abondante du corps humain. Il permet la cohésion des tissus et donne à la peau son élasticité et sa souplesse. Dans le cas de la cicatrisation, il sert à refermer et guérir la peau abîmée. Il est formé à partir des fibroblastes, aussi à l'origine de l'élastine.

Le collagène est normalement obtenu à partir de peau de vache, de peau de porc ou de peau de poulet, mais il existe un risque lié à son utilisation de par les considérations religieuses (par exemple le porc pour les musulmans) et la contamination biologique telles que MCD (Mad Cow Disease), TSE (Transmissible Spongiform Encephalopathy), FMD (Fièvre aphteuse), etc.

Par conséquent, la recherche s'intéresse de plus en plus à l'extraction de collagène à partir de la peau de poisson. Ce collagène peut être extrait en utilisant trois méthodes, à savoir le collagène soluble dans l'acide (ASC), via l'enzyme pepsine (PSC) ou l'hydro extraction.

La méthode que l'on retrouve le plus est l'hydrolyse chimique, mais celle qui permet de garder les meilleures caractéristiques de collagène en maintenant sa fonctionnalité est l'hydrolyse enzymatique. Ses autres avantages sont qu'elle produit moins de déchets et peut réduire le temps de traitement. Cependant, les enzymes sont encore chères. Avant d'extraire le collagène, un prétraitement doit être effectué. Le matériau couramment utilisé pour le prétraitement est le NaOH. Ce prétraitement a pour but d'éliminer les substances non collagènes afin d'obtenir un taux élevé de collagène.

Actuellement, l'extraction de collagène à partir de peau de poisson est combinée entre ces différentes méthodes.

g. La stérilisation de la peau de tilapia:

Les peaux de tilapia nécessitent un traitement permettant de diminuer la charge bactérienne et de réduire, ainsi, le risque d'inflammation local et d'accélérer la cicatrisation. Pour cela deux procédés de stérilisation sont utilisés.

Le premier est chimique et consiste en deux bains de chlorexidines à 2% de 30 minutes chacun suivis de bains de glycérols d'environ 5 minutes avant de chauffer la peau à 37° pendant 3h.

Le glycérol est intéressant pour son action antivirale et antibactérienne et permet une meilleure conservation du tissu.

La chlorexidine, quand à elle, est active contre les bactéries Gram positives, Gram négatives comme *Pseudomonas aeruginosa* et certains champignons, comme *Candida albicans*. Selon certaines études (Allomar et al. [2012](#)), la chlorexidine n'altérerait pas la qualité du collagène contenu dans les peaux dans des dosages allant de 0,5 à 2%.

Le second se fait à base de rayonnement gamma de 20 et 25 kGy, ce qui est suffisant pour éliminer *S. epidermis* et *B. pulimilis* sans altérer la peau.

Ce rayonnement a pour avantage d'avoir une pénétrabilité élevée, une faible élévation de température et d'être d'une grande efficacité dans l'élimination des micro-organismes. On peut également s'en servir pour des matériaux déjà emballés. Une altération de la peau peut survenir dans le cas où des dosages trop élevés de rayonnement sont réalisés.

e. Le développement des pansements au collagène:

Les problèmes généraux des brûlures sont la morbidité et l'invalidité à long terme. La cicatrisation des brûlures implique plusieurs phases, à savoir la coagulation, l'inflammation, la granulation, la prolifération, la synthèse et le dépôt de la matrice, la fibrogenèse, l'angiogenèse, les contractions de la plaie et la réépithélisation. Les brûlures cicatrisent lentement et augmentent le risque d'infection, c'est pour cela que plusieurs chercheurs se sont mis à rechercher un matériel qui pourrait diminuer les contraintes de cicatrisation. Ainsi les premiers pansements au collagène ont vu le jour grâce à une étude de Shettigar et al. qui en a créés à partir du collagène des intestins de mouton. Ceux-ci ont été testés sur des rats présentant des brûlures au

2ème et 3ème degrés. Ils en ont conclu que le collagène appliqué sur la plaie accélérerait la cicatrisation. Il y a aussi eu un léger changement inflammatoire dans la croissance des fibres de la couche sous-cutanée. Cependant, cette étude visait uniquement à tester l'efficacité du collagène dans la cicatrisation des plaies. Par conséquent, on ne sait pas si l'utilisation de collagène peut couvrir la plaie plus rapidement car l'examen de la plaie n'a pas été effectué tous les jours.

Une autre étude de Yang et al. sur ce type de pansement a également vu le jour. Cette fois-ci, le collagène est extrait de la peau de porc et transformé en feuilles de collagène, qui sont ensuite appliquées sur les brûlures.

Le pansement dans cette étude se présente sous forme de feuille et contient du collagène de type I et II. Il a la particularité d'être humide mais de sécher lorsqu'il est appliqué sur les plaies. Ses points positifs sont qu'il ne provoque pas d'allergie, qu'il a une certaine stérilité tout en étant peu cher. Son point négatif est qu'il ne convient pas pour des plaies peu profondes et non infectées mais aussi que celles-ci doivent être sèches et propres.

Duraipandy et al. ont cherché à savoir si le pansement se contaminait rapidement. Dans cette étude, le collagène a été associé à la plumbagine, un composé de naphthoquinone aux propriétés pharmacologiques tels que anticoagulant, anti-cancéreux, non inflammatoire, anti-fongique. La plumbagine est combinée avec du nano argent, qui possède également des propriétés antimicrobiennes ainsi qu'avec du collagène.

Cela permettrait d'améliorer les propriétés physiques, thermiques et mécaniques entre les molécules de collagène et d'améliorer leurs propriétés antimicrobiennes. Le résultat des tests d'activité antibactérienne démontre que ce pansement est capable d'inhiber les bactéries *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*, avec une concentration minimale de 1,25 μM . Ce type de pansement a une capacité de cicatrisation plus efficace que le collagène pur.

Une autre combinaison, entre de la chitosane, du collagène et de l'alginate nommé CCA a été étudiée par Xie et al. Cette combinaison a été mise au point après avoir remarqué que le collagène n'engendre pas de réaction du système immunitaire, qu'il a une faible inflammation, une bonne biocompatibilité et une bonne stimulation de la croissance et de la prolifération cellulaires.

Le chitosan, quant à lui, a des propriétés bénéfiques, comme la biocompatible, l'absence de toxicité ainsi que une action antibactérien et hémostatique. L'alginate est utilisé dans les pansements en raison de sa capacité à absorber l'eau et à déclencher la cicatrisation des plaies.

Combinés, ceux-ci créent un environnement humide ainsi qu'une bonne absorption de la plaie.

Le processus de cicatrisation des plaies et leur taux de cicatrisation par le CCA chez la souris sont présentés dans cette image ci-après.

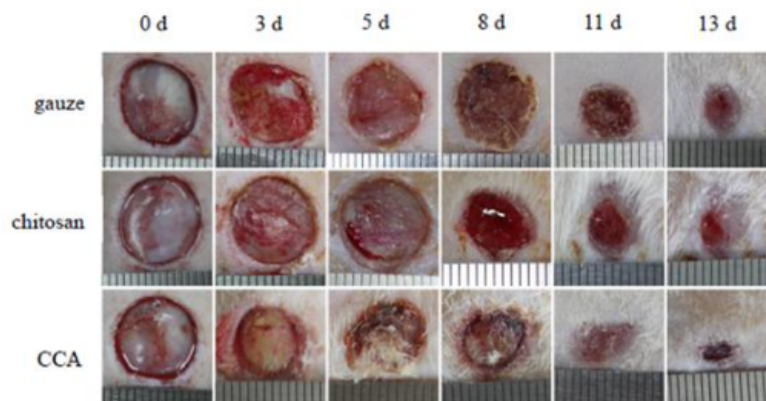


Figure 6: Processus de cicatrisation de par l'utilisation de CCA, pure chitosan et bandage⁶

⁶CUTTLE L, PEARN J, MCMILLAN J R, KIMBLE R M (2009). A review of first aid treatments for burn injuries. *Burns*, 35, 768-775.

6. Cas clinique peau de tilapia

Dans ce chapitre, nous allons voir deux études intéressantes sur la cicatrisation au moyen de peau de tilapia, une avec des rats et une avec des ânes. Le but de ces études est de faire une comparaison par rapport aux autres traitements afin de savoir si on retire effectivement un avantage à utiliser cette technique.

Une dernière étude porte sur un cas clinique humain.

La première étude nommée *“Evaluation of fish skin as a biological dressing for metacarpal wounds in donkeys”* de Ahmed Ibrahim and al, va aborder le traitement de plaies au niveau du métacarpe d'ânes via de la peau de tilapia.

Cette peau va, dans un premier temps, être stérilisée de manière à préserver sa composition en collagène via une immersion aux nanoparticules d'argent.

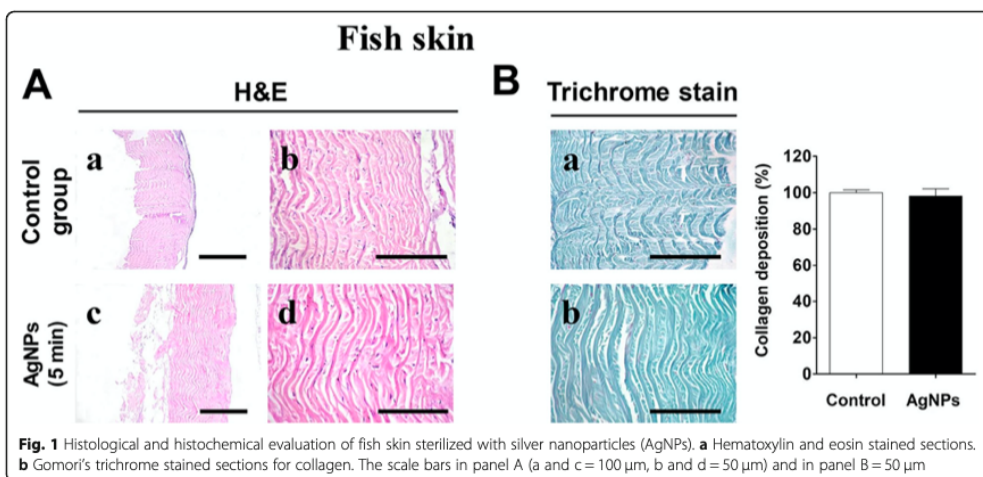


Figure 1: Analyse comparative histologique et biochimique entre de la peau de poisson stérilisée avec des nano particule d'argent et la peau non stérilisée

Sur le graphique ci-dessus, on voit la comparaison pour la composition en collagène entre la peau du tilapia sans traitement et avec traitement 5 min aux nanoparticules d'argent AgNPs. L'étude en conclut que le fait de traiter à l'argent (AgNPs) permet de diminuer la charge bactérienne contenue dans la peau mais aussi de conserver la qualité du collagène de cette peau comme on peut le voir sur ces coupes histologiques.

Des plaies circulaires de 2 cm de diamètre sont créées au niveau des deux métacarpes de 9 ânes. Au niveau du métacarpe gauche, les plaies sont traitées avec des peaux de tilapia tandis que celles du droit ont été pansées avec des pansements stériles non adhérents sans aucune autre application topique. Les pansements vont être changés chaque semaine. Les plaies sont évaluées microbiologiquement, grossièrement et histologiquement aux jours 7, 14 et 21.

Le but de cette étude est de démontrer que le collagène contenu dans la peau de tilapia permettra une cicatrisation plus rapide.

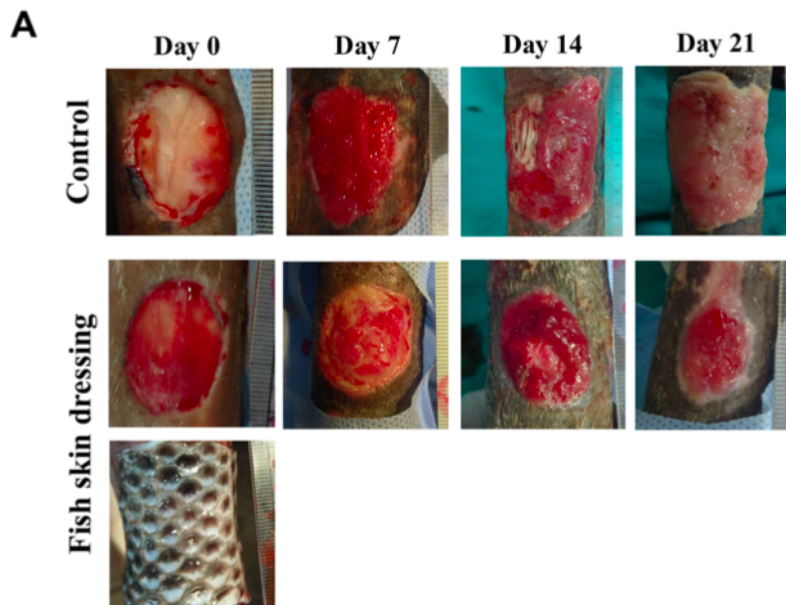


Figure 2: Comparaison macroscopique des plaies réalisées aux métacarpes des ânes entre le groupe contrôle et le groupe avec le pansement à la peau de poisson

Sur les photos prises ci-dessus, on peut observer via la comparaison entre le groupe contrôle et le groupe “fish skin” que non seulement la cicatrisation se fait plus rapidement avec la peau de poisson mais également que la taille de la plaie décroît tandis que dans le groupe contrôle celle-ci s'accroît par rapport à la taille de départ.

Table 1 Microbiological evaluation of fish skin treated wounds

Treatment	Time (day)	Microbial counts (cm ²) (Mean ± SE)						
		Aerobic bacterial count		Staphylococcal count		Coliform count		Yeast and mold count
		Reduction %		Reduction %		Reduction %		Reduction %
Control	0	2.63 ^a × 10 ² ± 2.025		1.5 ^a × 10 ² ± 1.80		1.5 ^a × 10 ² ± 1.23		– –
	7	355.25 ^c ± 1.31	–35.07%	180.00 ^d ± 1.04	–20.0%	171.2 ^d ± 1.32	–14.13%	– –
	14	360.3 ^b ± 13.33	–38.46%	196.0 ^d ± 1.23	–30.66%	238.75 ^d ± 1.97	–59.16%	– –
	21	371.66 ^b ± 1.143	–41.31%	198.5 ^d ± 1.122	–32.33%	283.33 ^d ± 1.20	–88.8%	– –
Fish skin dressing	0	2.6 ^a × 10 ² ± 2.013		2 ^a × 10 ² ± 1.69		1.3 ^a × 10 ² ± 1.03		– –
	7	23.33 ^b ± 0.66	93.15%	18.00 ^b ± 0.64	91.00%	22.66 ^b ± 0.64	83.83%	– –
	14	0.25 ^c ± 0.25	99.93%	6.25 ^c ± 0.625	96.87%	00.00 ^c ± 00.00	100%	– –
	21	00.00 ^c ± 00.00	100%	00.00 ^c ± 00.00	100%	00.00 ^c ± 00.00	100%	– –

a, b, c, and d values with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$)

Table 1: Evaluation microbiologique des plaies traitées avec la peau de poisson et le groupe contrôle

Le graphique ci-dessus indique que le traitement appliqué pour stériliser la peau de tilapia permet une réduction de l'activité antibactérienne avec une différence

significative ($P < 0.0001$) entre la peau de poisson et le groupe contrôle au jour 7, 14, 21 après la plaie.

Les bactéries recherchées sont staphylocoques et les coliformes.

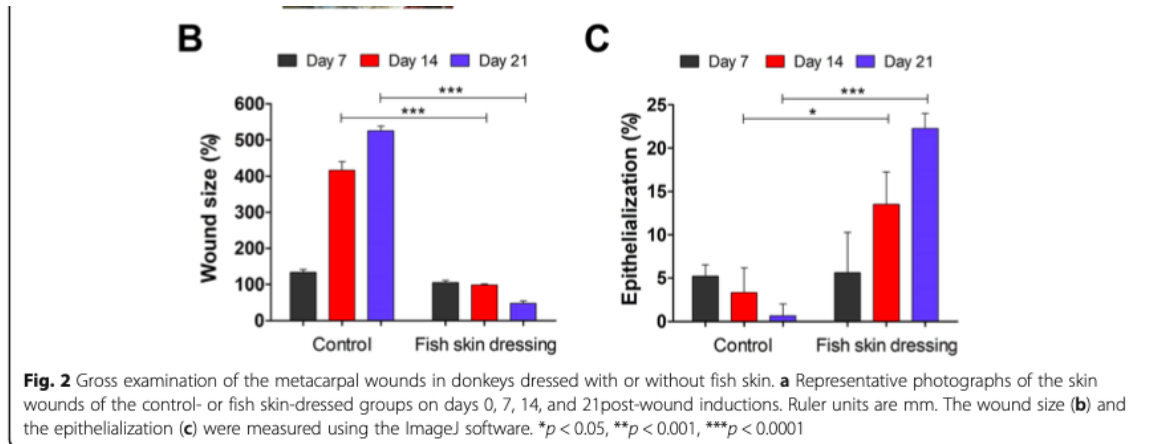


Figure 3: Graphique représentant la comparaison de la taille de la plaie exprimées par l'épithélisation en % entre le groupe contrôle et le groupe recevant la peau de poisson au jour 7, 14 et 21

Sur le graphique en plot ci-dessus, la comparaison de ce qui est observé macroscopiquement plus haut entre le groupe contrôle et celui avec traitement au poisson est remis en évidence.

Histologiquement, il a été observé que les plaies traitées avec la peau de poisson ont un nombre plus important de nouveaux vaisseaux sanguins (ceux-ci ont également une taille plus importante) et que contrairement au groupe témoin, les cellules inflammatoires ne resteront pas à un taux important jusqu'à la fin de l'expérience mais que leur nombre vont décroître à partir du jour 7.

La conclusion de l'étude porte à croire que la peau de poisson a un impact positif sur la cicatrisation et réduit le temps nécessaire à celle-ci comme mentionné précédemment.

L'étude qui suit va également prouver l'efficacité de cette peau sur le traitement des plaies.

En effet, dans cette étude *"Electrospun tilapia collagen nanofibers accelerating wound healing via inducing keratinocytes proliferation and differentiation"* de Tian Zhoua, Nanping Wang and al., on essaye de montrer que les nanofibres de collagène pourraient faciliter la régénération de la peau du rat en stimulant la différenciation épidermique et que celle-ci n'induirait pas de réaction immunitaire chez le receveur de ce type de greffe de peau.

Cette étude met en évidence une technique utilisée pour préparer la peau du tilapia, ainsi qu'une évaluation sur la vitesse de cicatrisation par l'utilisation de cette peau, ce qui est attribué à la structure du collagène et à ses acides aminés.

Par le passé, d'autres types de collagène avaient été utilisés tels celui du bœuf ou du porc mais ceci posait un risque de transmissions de zoonose ou encore des problèmes éthiques. Le collagène de poisson de par son abondance et son prix, a été mis en avant par différentes études dont une de 2008 de Sankar et al qui démontre que la peau de poisson possède une force de tension suffisante pour servir de pansement. Une autre étude a mis en évidence le fait que le collagène marin avait une bonne stabilité thermique. Wang et al. a également remarqué que la peau avait une teneur en protéines plus élevée.

Dans cette étude sur les rats, ils ont purifié la peau de tilapia et ont analysé sa composition en acides aminés, sa stabilité thermique et ses composantes réactionnelles (afin de savoir s'il existe potentiellement un risque d'allergie).

Pour ce faire, 8 rats de 6 à 8 semaines avec une blessure dorsale créée dans des conditions stériles ont été utilisés. Ils les ont divisés en 2 groupes : 1 groupe contrôle et 1 groupe recevant la peau de poisson.

Après 28 jours, ils ont pris des échantillons de sang pour mesurer les taux d'IgG et d'IgM grâce à la méthode ELISA et des échantillons de tissus. La morphologie des tissus a également été observée au jours 7 et 14.

Actuellement, les technologies couramment utilisées pour extraire et purifier le collagène comprennent la dissolution acide et une digestion par de la pepsine. La première peut maintenir la structure en triple hélice du collagène et la seconde peut réduire l'antigénicité du collagène. Dans cette étude, ils ont décidé de combiner les deux méthodes et d'exploiter leurs avantages individuels.

Suite à l'analyse des rates de rats qui constituent un organe immunitaire important et contient beaucoup de LB et LT, ils ont pu conclure que la peau de tilapia n'induisait pas de réaction immunitaire chez son hôte. Comme on peut le voir sur la figure ci-après, ils ont comparé les IgM, IgG et CD4/CD8 entre le groupe contrôle et le groupe avec la peau de tilapia et ont constaté que le ratio était similaire.

Pour rappel, les lymphocytes T CD4+ vont reconnaître des antigènes et transmettre un signal, tandis que les lymphocytes T CD8+ vont tuer les cellules infectées.

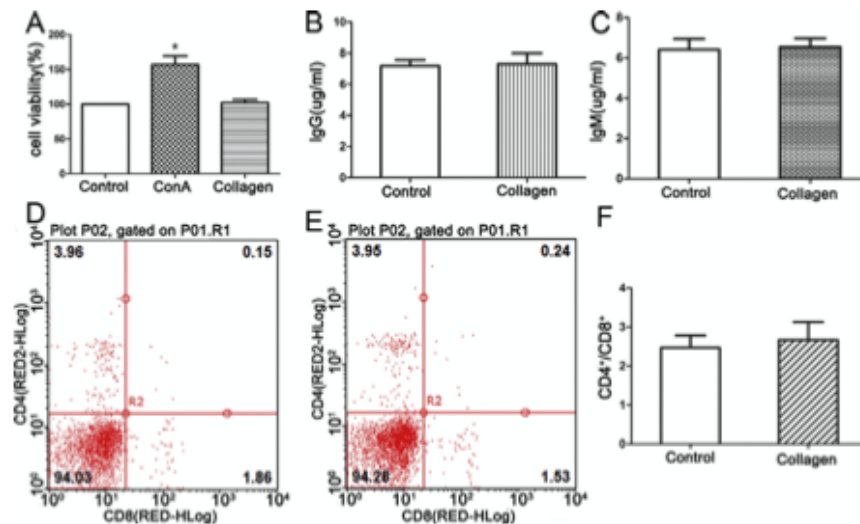


Fig. 2. Immunogenicity analysis of tilapia collagen sponge group and control group. (A) Proliferation of lymphocytes cultured on the collagen sponge for 7 days. Lymphocytes seeded on cover slips were used as a control. (B) The level of IgG in the serum of rats over 28 d. (C) The level of IgM in the serum of rats over 28 d. (D) Flow cytometry analysis of the control group. (E) Flow cytometry analysis of the collagen group. (F) The ratio of CD4⁺/CD8⁺ T lymphocytes. (B-F) The rats received sham operations were used as a control.

Figure 4: graphique comparatif entre la groupe contrôle et le groupe tilapia. comparaison de la viabilité des cellules (en %), IG (ug/ml), IgM (ug/ml) ainsi que les CD4/CD8

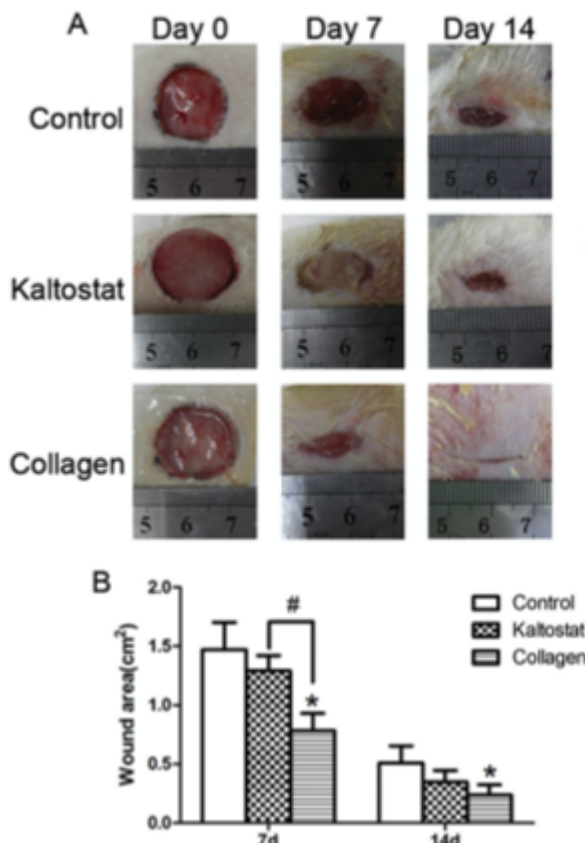


Figure 5: Comparaison macroscopique des plaies réalisées entre le groupe contrôle, le groupe kaltostat et le groupe collagène.

Sur la figure comportant les images macroscopiques, on observe l'évaluation comparative et on remarque que le collagène réduit plus rapidement la taille de la plaie et va rendre la cicatrisation plus rapide comme déjà démontré dans la première étude citée plus haut.

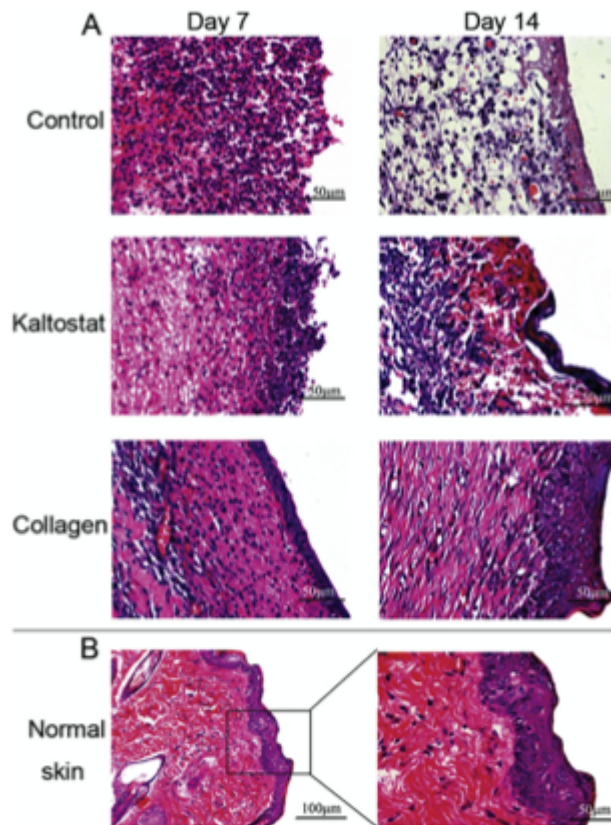


Figure 6: Comparaison histologique des plaies réalisées entre le groupe contrôle, le groupe kaltostat et le groupe tilapia

L'étude montre que la réaction inflammatoire est significativement réduite au jour 7, et un nouvel épiderme avec une structure intacte et une bonne continuité a été observé au jour 14. Les cellules épidermiques sont complètement différenciées, les cellules basales sont étroitement disposées, la couche cornée pouvait être observée et des couches de kératinocytes sont évidentes.

Les résultats de cette étude mettent bien en avant ce qui a été dit précédemment, c'est-à-dire que le collagène de poisson a bien une action sur la **cicatrisation** en l'accéléralant **sans risque infectieux** ainsi qu'en favorisant la **prolifération** et la différenciation des **kératinocytes**.

Cette étude *“Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion”* par Edmar Maciel Lima-Junior & al. réalisée sur un homme de 23 ans, sans comorbidité atteint de brûlures dues à l’explosion par contact avec les flammes d’une explosion de poudre à canon tend à démontrer l’intérêt de l’utilisation de la peau de poisson qui a pour avantage de présenter un microbiote non infectieux, des quantités élevées de collagène de type I et une structure morphologique similaire à celle de la peau humaine. Des brûlures d’épaisseur variable et superficielles étaient présentes dans son membre supérieur droit tandis que des brûlures plus profondes étaient présentes dans son membre supérieur gauche.



Figure 1: photo de la plaie due à une explosion par le contact avec les flammes d’une explosion au jour 0

La peau du poisson a subi, avant sa pose un processus de stérilisation chimique, de glycérolisation et d’irradiation suivi de tests permettant de démontrer l’absence de bactéries et champignons avant d’être stockée dans un emballage stérile réfrigéré.

Avant son utilisation chez le patient, la peau est lavée dans une solution saline stérile à 0,9 % pendant 5 minutes, répété trois fois de suite suivant la procédure employée par Lima et al. Ce dernier a également montré que le biomatériau ne présentait pas de variations dans sa structure microscopique et tensiométrique après stérilisation chimique et que son irradiation a retrouvé sa consistance naturelle après le processus de réhydratation

La stérilisation terminée, le patient a subi une anesthésie ainsi qu’une analgésie afin de nettoyer la lésion pour en éliminer les tissus nécrosés.

Une couverture d’au moins 1 cm de peau saine dans les bords de la plaie et une superposition d’au moins 1 cm entre les pièces de peau de poisson sont nécessaires, afin de s’assurer qu’un éventuel mouvement de la peau dans les premiers jours de traitement n’entraînera pas l’exportation d’une quelconque zone de la brûlure.

Etant donné le peu d'étude sur la peau de tilapia à l'époque de l'article, les chercheurs ont décidé d'appliquer de la crème à la sulfadiazine d'argent à 1%, encore utilisée comme traitement standard par presque tous les centres de brûlures brésiliens, sur le reste des zones brûlées. Enfin, une couverture ferme des plaies avec de la gaze et un bandage a été réalisée.



Figure 2: photo du pansement des brûlures dû à l'explosion par le contact avec les flammes d'une explosion au jour 0 après pansement au tilapia

Afin de vérifier le bon état général du patient, une collecte quotidienne d'échantillons de sang a été effectuée et aucune altération significative n'a été trouvée. De plus, les signes vitaux et l'état clinique du patient sont restés stables. La gaze et le bandage des membres supérieurs ont été coupés toutes les 72 heures la première semaine afin de vérifier l'adhésion.

Au jour 12 du traitement, une partie du bandage a commencé à avoir un aspect sec et dur au niveau du membre droit. Les chercheurs ont décidé de l'enlever et ceci n'a pas engendré d'effet secondaire.



Figure 3: photo de la plaie due à l'explosion par le contact avec les flammes d'une explosion au jour 12 après retrait du pansement au tilapia.



Figure 4: photo de la plaie due à l'explosion par le contact avec les flammes d'une explosion au jour 17 après retrait du pansement au tilapia.

Il est important de mettre en évidence que cette étude ne s'est faite qu'auprès d'un seul patient et que l'étude ne comporte pas de conflit d'intérêt.

En conclusion, l'application de la peau de tilapia a permis une réépithélialisation complète dans les 12-17 jours sans qu'aucun changement de pansement ne soit nécessaire et qu'aucun effet secondaire n'ait été observé alors que dans le cas d'un bandage classique, la réépithélisation se serait déroulée en environ 3 semaines.

La peau de tilapia porte la promesse d'un produit innovant, facile à appliquer et hautement disponible qui pourrait devenir la première peau d'animal étudiée au niveau national.

Deux applications de cette méthode sur animaux semblent intéressantes à aborder. L'une a été réalisée sur des ours et des pumas lors d'un incendie en 2018 en Californie par le Dr Peyton de l'université UC Davis. Ce fut la première application sur animaux vivant et cela a pris 7 jours environ pour récupérer et stériliser les peaux (celles-ci proviennent de poisson issu du commerce). Dr Peyton a suturé les peaux de tilapia sur les pattes des ours comme on peut le voir sur les photos ci-dessous.

Elle a pu remarquer un avantage majeur dans l'utilisation de celle-ci : le bandage a pu être laissé plus longtemps que les traditionnels bandages en tissus et l'ingestion de ceux-ci ne conduit pas à une obstruction intestinale



Figure 1: Ours présentant de graves brûlures aux coussinets (3ème degré)⁷

Les pattes des ours ont également été enveloppées dans du papier de riz et des cosses de maïs.

⁷ <https://www.ucdavis.edu/health/news/healing-animals-with-fish-skins>



Figure 2: jeune ours dans son enclos peu de temps après son traitement. L'emballage de ses pattes sont fait en cosse de maïs pour retarder ses efforts pour mâcher les bandages en peaux de tilapia en dessous.⁸

L'autre application a été réalisé sur un cheval ayant subi une maltraitance suite à une brûlure chimique. L'animal nommé Cinders se trouvait à l'hôpital Rainbow dans le Yorkshire et devait son opération à des dons qui ont permis de récupérer environ 18 000 dollars.

Ses brûlures ont été nettoyées, les tissus nécrotiques ont été retirés et un onguement a été appliqué pour soulager la douleur. Des traitements additionnels tels que la thérapie laser et la thérapie par champs électromagnétiques pulsés ont également été appliqués. La peau de tilapia a été suturée du haut de son front jusqu'à sa bouche. Moins d'une heure après s'être réveillé de l'anesthésie, Cinders mangeait à nouveau. Le lendemain matin, elle a laissé les vétérinaires toucher sa face.

Sur les photos ci-dessous, on peut voir l'évolution après 2 semaines du traitement.

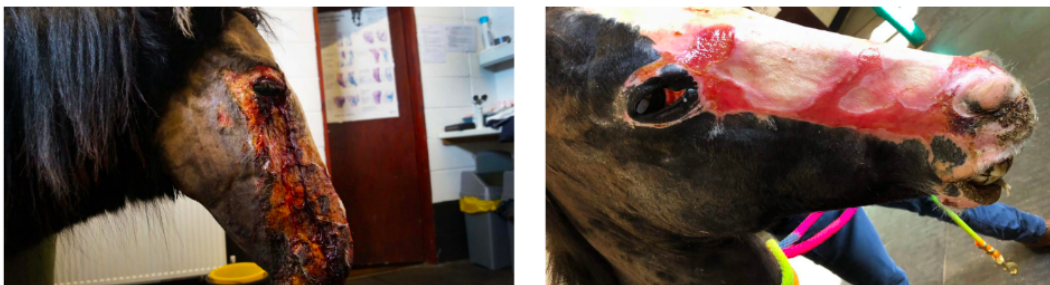


Figure 3: Cinders après deux semaines de traitement aux peaux de tilapia, la peau a déjà repoussé à 80%⁹

⁸ <https://www.ucdavis.edu/health/news/healing-animals-with-fish-skins>

⁹ <https://www.ucdavis.edu/health/news/healing-animals-with-fish-skins>

7. Possibilité d'utilisation de la peau de tilapia en Europe:

Dans ce court chapitre, la question du prix ainsi que la faisabilité de la méthode en Europe vont être abordées. Il faut savoir que cette technique a été utilisée uniquement en Amérique du Sud, plus particulièrement au Brésil sur des patients humains comme vu dans le chapitre précédent dans l'article "*Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion*" par Edmar Maciel Lima-Junior & al et également en Amérique du Nord avec l'université de Davis où on retrouve un article du docteur Peyton qui a utilisé les peaux afin de soigner des ours en 2018 suite à un incendie survenue en Californie.



Figure 1: bandage en peau de tilapia sur une patte d'ours¹⁰

Une seule utilisation en Europe a été décrite pour l'instant sur un cheval (Cinder ci-dessus) qui a souffert de brûlure chimique. Une cagnotte avait été mise en place pour faire venir le docteur Peyton des USA afin de mettre en place sa méthode.



Figure 2: cinder pendant son opération

¹⁰ <https://www.ucdavis.edu/health/news/healing-animals-with-fish-skins>

Il faut savoir qu'en Amérique du Sud, en Asie et en Afrique, là où ce poisson est le plus produit, celui-ci est élevé dans des cages flottantes de manière intensive, ce qui conduit à une eutrophisation du milieu due à l'excès d'azote et de phosphore provenant de ceux-ci. Cette eutrophisation va appauvrir la biodiversité du milieu.

En Europe, on aura besoin d'un circuit fermé pour ne pas avoir cet impact négatif sur les eaux avec des bassins chauffés car le poisson nécessite une température comprise entre 28 à 30 degrés. Il y a donc un impact écologique important.

Le coût de production est très faible dans les pays en voie de développement (tropicaux et subtropicaux) grâce aux températures favorables pour leur croissance. Ce poisson revient à 0,55 - 0,65 USD/kg mais le prix est beaucoup plus élevé en Europe en raison des restrictions liées au bien-être animal et au chauffage des bassins. De plus, à ce coût, il faudra ajouter le prix du traitement des peaux qui doivent être stérilisées pour éviter de transmettre des germes au patient puisqu'elles seront directement posées sur la plaie.

Vu les infrastructures nécessaires pour ce type de projet, le développement de cette méthode n'est malheureusement pas encore disponible en Europe et le reste uniquement en Amérique même s'il serait possible de l'importer si les règles sanitaires en vigueur en Europe sont respectées (pas d'utilisation d'antibiotique en excès sur ces poissons, ni de surexploitation des poissons). En Europe, l'élevage de tilapia est celui qui s'est le plus développé au cours des dernières années, après celui de pangasius.

Pour terminer ce chapitre, il semble intéressant d'aborder la question éthique de l'utilisation de ce poisson.

L'éthique se définit comme un mouvement philosophique moral qui dans ce contexte va remettre en question la relation homme-animal. Depuis le traité de Lisbonne de 2009, les animaux sont considérés comme des êtres sensibles, ce qui signifie que l'UE tient pleinement compte des exigences du bien-être des animaux. La déclaration de Cambridge de 2012 renforce cette idée en déclarant que les animaux sont dotés d'une conscience et de comportements altruistes.

Les questions éthiques qui découlent de cette méthode sont

- Est-il préférable d'attendre un don d'organe (compatible !) ou plutôt d'élever des poissons pour récupérer leur organe ?
- Est-il moralement acceptable d'utiliser le tilapia à des fins médicales si celui-ci n'est pas consommé (élevage spécifique) ?

- L'utilisation de la peau de tilapia semble bénéfique pour l'homme, mais peut-on justifier une utilisation de la peau de tilapia à grande échelle alors qu'elle est toujours au stade d'essais cliniques?
- La xénogreffe peut-elle interférer dans notre vision de l'identité humaine ?

Pour répondre à ces questions, nous pourrions peser le pour et le contre.

Cette méthode a pour intérêt de contourner l'attente de greffons, d'avoir une alternative à la peau de porc ou de bœuf (qui est moins riche en collagène et peut poser des problèmes religieux), de réduire la douleur liée aux changements de pansements moins fréquents. L'abondance du tilapia et sa commercialisation à l'échelle mondiale sont un dernier avantage de la méthode.

En revanche, il est important de se rappeler que l'animal doit être respecté pour lui-même indépendamment de son utilité pour l'homme.

Tuer des animaux uniquement pour le bien-être humain ne serait pas justifiée et ceux-ci ne doivent pas être considérés comme une sorte de machine à production de peaux pour l'homme bien qu'on puisse consommer la chair en contrepartie. On a vu plus haut également que le tilapia a un impact sur l'environnement qui doit être pris en compte.

Pour toutes ses raisons, on peut se poser la question du développement de cette méthode si certains aspects éthiques sont respectés comme garder un élevage durable et respectueux de l'environnement tout comme ne pas les élever uniquement pour leur peau mais trouver une utilisation pour chaque partie du poisson.

Bibliographie

- ARNOLDO B D, HUNT J L, PURDUE G F (2006). Acute cholecystitis in burn patients. *Journal of burn care and research : official publication of the American Burn Association*, 27, 170-173
- Clark RAF (1993) Biology of dermal wound healing. *Dermatol Clin* 11: 647–66
- CUTTLE L, KEMPF M, KRAVCHUK O, PHILLIPS G E, MILL J, WANG X Q, KIMBLE R M (2008). The optimal temperature of first aid treatment for partial
- CUTTLE L, PEARN J, MCMILLAN J R, KIMBLE R M (2009). A review of first aid treatments for burn injuries. *Burns*, 35, 768-775.
- FRANCHESCA D. CHOI, CALVIN T. SUNG, MARGIT L.W. JUHASZ, NATASHA ATANASKOVA MESINKOVSK. Oral Collagen Supplementation: A Systematic Review of Dermatological Applications, , 2019 Jan 1;18(1):9-16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30681787/>
- GUAGUERE E, PRELAUD P (2006). *Guide pratique de dermatologie canine*. Italie : Merial. 597 pages.
- JESCHKE MG, VAN BAAR ME, CHOUDHRY MA, CHUNG KK, GIBRAN NS, LOGSETTY S. (2020). Burn injury. *Nat Rev Dis Primer*.
- KIMBLE R M (2008). The optimal temperature of first aid treatment for partial
- KWAKMAN P H S, VAN DEN AKKER J P C, GÜÇLÜ A, ASLAMI H, BINNEKADE J M, DE BOER L, BOSZARD L, PAULUS F, MIDDELHOEK P, TE VELDE A A, VANDENBROUCKE-GRAULS C M J E, SAFFLE J R, MEDINA E, RAYMOND J, WESTENSKOW D, KRAVITZ M, SCHULTZ M J, ZAAT S A J (2008). Medical-Grade Honey Kills Antibiotic-Resistant Bacteria In Vitro and Eradicates Skin Colonization. *Clinical Infectious Diseases*, 46, 1677-1682.
- MULLER G H, KIRK R W, MILLER W H, GRIFFIN C E (2001). *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. 7th Edition . Saint Louis : Saunders Elsevier. 948 pages.
- PAVLETIC M M, TROUT N J (2006). Bullet, Bite, and Burn Wounds in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice*, 36, 873-893.
- PEREIRA C T, MURPHY K D, HERNDON D N (2005). Altering metabolism. *Journal of Burn Care and Research*, 26, 194-199.
- SAFFLE J R, MEDINA E, RAYMOND J, WESTENSKOW D, KRAVITZ M, WARDEN G D (1985). Use of indirect calorimetry in the nutritional management of burned patients. *The Journal of trauma*, 25, 32-39.
- TOBALEM M, HARDER Y, TSCHANZ E, SPEIDEL V, PITTET-CUÉNOD B, WETTSTEIN R (2013). First-aid with warm water delays burn progression

and increases skin survival. *Journal of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 66,260-266.

- TOMCZAK C. (2010). Utilisation du miel dans le traitement des plaies. *Revue bibliographique*. 187p.
- VENTER T H J, KARPELOWSKY J S, RODE H (2007). Cooling of the burn wound :the ideal temperature of the coolant. *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries*, 33, 917-922.
- WILLIAMS JM, MOORES A. (2990). *BSAVA Manual of Canine and Feline Wounf Management and Reconstruction*. 2nd ed. British Small Animal Veterinary Association; 250 p.
- YAMADA Y, ENDO S, INADA K, NAKAE H, NASU W, TANIGUCHI S, ISHIKURA H, TANAKA T, WAKABAYASHI G, TAKI K (2000). Tumor necrosis factor- α and tumor necrosis factor receptor I, II levels in patients with severe burns. *Burns*, 26, 239-244.
- YE H F L, LIN W L, SHEN H D (2000). Changes in circulating levels of an anti-inflammatory cytokine interleukin 10 in burned patients. 454-459.

Article:

- AHMED IBRAHIM AND AL, Evaluation of fish skin as a biological dressing for metacarpal wounds in donkeys, *BMC Veterinary Research* volume16, Article number: 472 (2020)
- Alomar ZA, Gawri R, Roughley PJ, Haglund L, Burman M (2012) Les effets de la décontamination de la greffe de chlorhexidine sur la greffe de tendon. *Am J Sports Med* 40(7):1646–1653.
- Alves APNN, Lima Júnior EM, Piccolo NS, et al. Study of tensiometric properties, microbiological and collagen content in nile tilapia skin submitted to different sterilization methods. *Cell Tissue Bank*. 2018;19(3):373-382. doi:10.1007/s10561-017-9681-y
- Ana Paula Negreiros Nunes Alves, Edmar Maciel Lima Júnior et al. Study of tensiometric properties, microbiological and collagen content in nile tilapia skin submitted to different sterilization methods *Cell and Tissue Banking* volume 19, pages 373–382 (2018)
- Bruno Almeida Costa, MBBS*, Edmar Maciel Lima Júnior, MD, MS†, Manoel Odorico de Moraes Filho, MD, PhD*, Francisco Vagnaldo Fachine, MD, PhD*, Maria Elisabete Amaral de Moraes, MD, PhD*, Francisco Raimundo Silva Júnior, BSN†, Maria Flaviane Araújo do Nascimento Soares, BSN†, and Marina Becker Sales Rocha, BSNut, PhD*Use of Tilapia Skin as a Xenograft for Pediatric Burn Treatment: A Case Report, *J Burn Care Res* 2019 Aug 14;40(5):714-717. doi: 10.1093/jbcr/irz085.
- Edmar Maciel Lima-Junior & al “Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion “

- Edmar Maciel Lima-Junior & al, Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion, J Surg Case Rep. 2019 doi: 10.1093/jscr/rjz181
- Geoffrey C. Gurtner, Sabine Werner, Yann Barrandon & Michael T. Longaker, Wound repair and regeneration, Nature volume 453, pages 314–321 (2008)
- LAVERDET B, Girard D. (Décembre 2018) Physiologie de la peau, réparation cutanée et réaction stromale, Physiology of the skin, cutaneous repair and stromal reaction, Volume 57, Issue 581, Pages 20-23
- Maria Elisabete Amaral de Moraes, MD, PhD*, Francisco Raimundo Silva Júnior, BSN†, Maria Flaviane Araújo do Nascimento Soares, BSN†, and Marina Becker Sales Rocha, BSNut, PhD*Use of Tilapia Skin as a Xenograft for Pediatric Burn Treatment: A Case Report, J Burn Care Res 2019 Aug 14;40(5):714-717. doi: 10.1093/jbcr/irz085.
- Nader Pazyar 1, Reza Yaghoobi, Esmail Rafiee, Abolfath Mehrabian, Amir Feily Skin wound healing and phytomedicine: a review Skin Pharmacol Physiol 2014;27(6):303-10. doi: 10.1159/000357477.Epub 2014 Jun 27.
- Paggiaro AO, Mathor MB, de Carvalho VF (2010) Estabelecimento de protocolo de glicerolização de membranas amnióticas para uso como curativo biológico. Rev Bras Queimaduras 9(4):2–6
- ROBERT S .KIRSNERMD WILLIAM H.EAGLSTEIN MD The Wound Healing Process, Dermatologic Clinics Volume 11, Issue 4, October 1993, Pages 629-640
- Tian Zhoua, Nanping Wangb, Yang Xuea, Tingting Dinga, Xin Liua, Xiumei Moc,**, Jiao Suna, Electrospun tilapia collagen nanofibers accelerating wound healing via inducing keratinocytes proliferation and differentiation, Colloids Surf B Biointerfaces 2016 Jul 1;143:415-422. doi:10.1016/j.colsurfb.2016.03.052.Epub 2016 Mar 18

Site web:

- Anatomie fonctionnelle de la peau (consulté le 11 février 2022) <<https://microbiologiemedicale.fr/peau-anatomie/>>
- Comité Consultatif National d'Éthique (consulté le 22 février 2022) <<https://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/publications/avis061.pdf>>
- Eur-Lex (législation de l'UE) (consulté le 27 mars 2022) <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:303:0001:0030:FR:PDF>>
- Exporting tilapia to europe (consulté le 30 mars 2022) <<https://www.cbi.eu/market-information/fish-seafood/tilapia>>
- FAO, fisherie and aquaculture (consulté le 10 février 2022) <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/fr>

- FAO, tilapia (consulté le 10 février 2022)
<http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/fr/fr_niletilapia.htm>
- Francis Crick Memorial Conference - Déclaration de Cambridge (2012) (consulté le 27 mars 2022)
<http://fcmconference.org/img/CambridgeDeclarationOnConsciousness.pdf?fbclid=IwAR1FC-P5_fiLvqhxnRopuu05jDVZ_blpJEqe8USqU_uEmdgdaOIRj198uw>
- Humanité et biodiversité, Utilisation éthique des poissons - Rapport de la Commission fédérale d'éthique pour la biotechnologie dans le domaine non humain (CENH) (consulté le 25 mars 2022)
<https://www.humanite-biodiversite.fr/system/attachments/7312/original/Rapport_suisse_Utilisation_%C3%A9thique_des_poissons.pdf?>
- Moulin Y, Comprendre le processus de cicatrisation.
<<https://www.oiiq.org/uploads/periodiques/Infirmiere/vol9no1/p37-40.pdf>>. (consulté le 10 novembre 2021)
- Règlement Afsca (consulté le 27 mars 2022)<http://www.afsca.be/aquaculture/_documents/2009-12-15_Regl-1251-2008_FR.pdf>
- Soins des animaux avec les peaux de poisson (consulté le 27 mars 2022)
<<https://www.ucdavis.edu/health/news/healing-animals-with-fish-skins>>
- Tilapia Guides des espèces (consulté le 13 mars 2022)
<<http://www.guidedesespeces.org/fr/tilapia>>
- VEROLA O, ASPECTS ANATOMO-PATHOLOGIQUES DE LA CICATRISATION
<<https://www.lacicatrisation.com/notions-de-base/histologie-de-la-cicatrisation.html>>. (consulté le 20 octobre 2021)