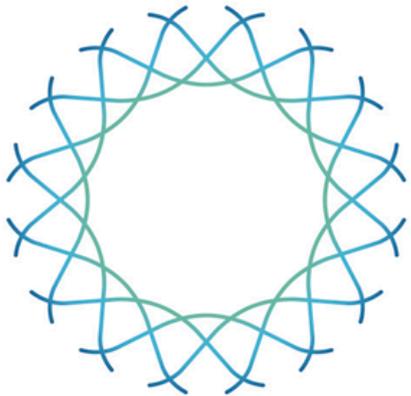


INFORME MUVU



MUVU
ACTIVA TU PIEL

UTILIZACIÓN DE TEXTILES MUVU COMO TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO PARA CUIDADOS DEL POSTRASPLANTE CAPILAR.

INFORME TEJIDOS TERAPÉUTICOS MUVU

TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO DE CURAS, PROTECCIÓN Y CUIDADOS POSTRASPLANTE CAPILAR

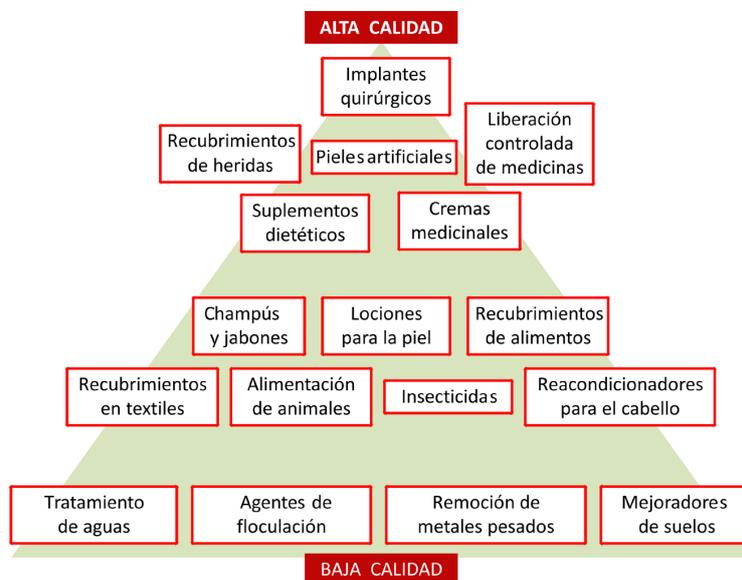
Los tejidos MUVU están confeccionados con tecnología patentada y exclusiva Regenactiv. Su diferencia respecto al resto de tejidos existentes se basa en su composición, a la que ha incorporado quitina/quitosano (Q/Qo) y partículas iónicas de plata; y en su elaboración-confección, que se ha realizado en un único proceso, incorporando los elementos durante el proceso de manufacturación del hilado, lo que le confiere unas características especiales de durabilidad frente al uso y lavado (testado para más de 135 lavados).

El resultado es una fibra textil, dispuesta en 2 capas entrelazadas compuestas de:

- Viscosa aditivada con Quitina (Viscosa CH-41%)
- Poliamida ionizada con Plata (PA-50%)
- Elastano (9%)

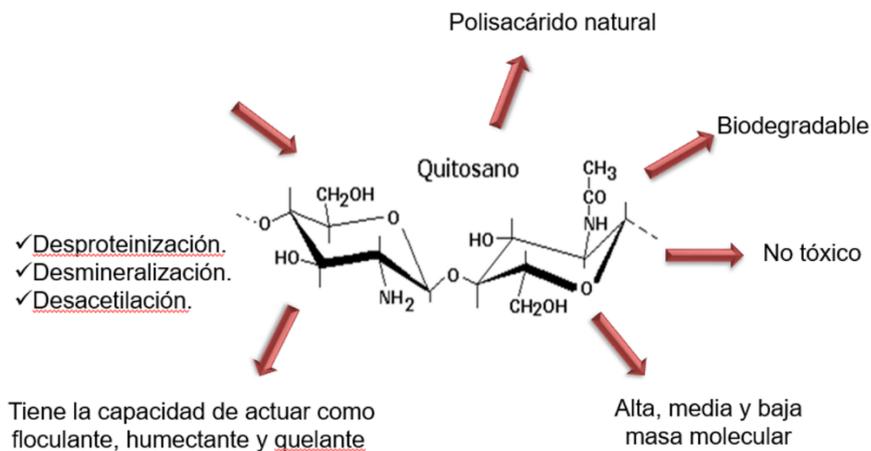
A) PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA QUITINA

El Qo es un copolímero compuesto de dos polisacáridos D-glucosamina y N-acetil-glucosamina. Su principal fuente es la quitina, la cual es sometida a un proceso de desacetilación termoquímico en un medio alcalino, las condiciones de temperatura, presión, concentración y tiempo determinan el peso molecular del polímero y su grado de desacetilación. El grado de desacetilación (GD) permite diferenciar el quitosano de la quitina y determina las propiedades químicas, físicas y biológicas del quitosano, normalmente el quitosano comercial tiene un grado de desacetilación del 70 al 90% y en algunas aplicaciones biomédicas se utiliza con un grado de desacetilación mayor al 95%.



Algunas de las aplicaciones más importantes de la quitosana según su calidad (pureza, grado de desacetilación, peso molecular, etc.). Javier Nakamatsu Kuniyoshi

El quitosano exhibe una variedad de propiedades fisicoquímicas y biológicas que resultan en numerosas aplicaciones en diferentes campos como tratamiento de residuos y agua, agricultura, tejidos y textiles, cosméticos, nutrimentos y procesamiento de alimentos, adicionalmente este polisacárido es no tóxico, no alergénico, biocompatible y bioactivo, convirtiéndolo en una sustancia muy atractiva para diversas áreas como biomaterial en campos farmacéuticos y médicos, donde es usado en sistemas de liberación controlada de medicamentos y vacunas. La FDA (FDA del inglés Food and drug administration) lo aprueba en apósitos para heridas (Dash, M. et al 2011).



Se le reconocen a la quitina/quitosano una actividad antimicrobiana, antioxidante, y antiinflamatoria.

Actividad antimicrobiana

1. El quitosano es un polímero en cuya estructura existe un número de cargas positivas que se debe a la presencia de grupos amino. Estas cargas positivas interactúan con las cargas negativas de las macromoléculas constituyentes de la membrana celular, interfiriendo con el intercambio de nutrientes, vital para la célula. (A.P Martínez. et al 2010)

Las cargas positivas del quitosano compiten además con el Calcio por los sitios electronegativos en la membrana celular, causando inestabilidad de la misma y comprometiendo su integridad, generando liberación de material intracelular y finalmente la muerte de la célula.

En el caso del quitosano de alto peso molecular (Ming Kong. et al 2010), soluble en agua y el quitosano sólido (incluyendo nano partículas), se presenta una interacción del biopolímero con la superficie celular que altera su permeabilidad o puede formarse una capa impermeable que impide el transporte de solutos esenciales para la célula.

2. El quitosano puede actuar como un agente quelante (A.P Martínez. et al 2010) creando nuevos compuestos a partir de metales esenciales para la célula, impidiendo que ésta los aproveche, causando descompensación celular por la ausencia de nutrientes y consecuentemente la muerte del microorganismo.

3. El quitosano soluble en agua y de bajo peso molecular (incluyendo nano partículas ultra finas) es capaz de penetrar la pared celular, ingresar al núcleo de las células, interactuar con el ADN e inhibir la síntesis de ARN mitocondrial, impidiendo la

transcripción del ADN, la síntesis de proteínas y desestimulando la acción de varias enzimas (Ming Kong. et al 2010) (A.P Martínez. et al 2010)

Todo lo comentado conduce a que el mecanismo de acción antibacteriano de las moléculas de quitosano no es un mecanismo simple, y todo apunta a la sucesión de varios eventos moleculares no selectivos, simultáneos y consecutivos que conducirían a la muerte celular, siendo muy poco probable la interacción con una única molécula diana (Kong *et al.*, 2010).

Actividad antioxidante

En este contexto, los oligosacáridos de quitosano presentan gran capacidad de atrapamiento de radicales libres y de interrupción de la reacción en cadena de oxidación originada por los radicales libres, ofreciendo un efecto protector frente al daño oxidativo

Los mecanismos de acción antioxidante de las moléculas de quitosano aún no están del todo claros, aunque se suele atribuir dicho efecto a los grupos amino del carbono C-2 y a los grupos hidroxilo de los carbonos C-2, C-3 y C-6 del anillo de piranosa (Zou *et al.*, 2016; Reuter *et al.*, 2010)

Actividad antiinflamatoria

Algunos autores han reportado el potencial de los quitosano y sus oligosacáridos derivados (COS) como agentes terapéuticos contra la respuesta inflamatoria (Fernandes *et al.*, 2010). Se ha sugerido que este efecto antiinflamatorio de los derivados oligosacáridos sucede a través de la desregulación de factores de transcripción, como TNF- α (del inglés Tumoral Necrosis Factor) o IL-6 (interleuquina-6) (Lee *et al.*, 2009).

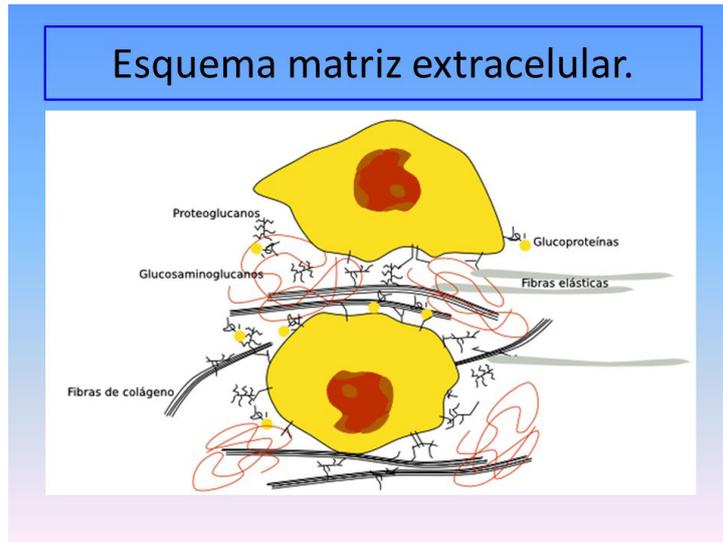
La respuesta inflamatoria se inicia por la acción de una serie de inductores inflamatorios que pueden ser de naturaleza endógena o exógena. Los inductores endógenos incluyen señales provocadas por estrés, daño o mal funcionamiento del tejido u órgano, tales como señales apoptóticas y necróticas o productos derivados de la degradación de la matriz extracelular (Hornung *et al.*, 2008). Por otro lado, los inductores exógenos incluyen señales de origen microbiano o no microbiano. Entre los inductores de naturaleza no microbiana se incluyen los alérgenos y los compuestos tóxicos. En general son partículas indigeribles que, o bien son demasiado grandes para ser fagocitadas, o causan daño en la membrana de los macrófagos.

Numerosos estudios han investigado sobre el efecto protector de los derivados de la quitina frente a una gran diversidad de respuestas inflamatorias (Yoon *et al.*, 2007), y demostraron que la capacidad antiinflamatoria de los oligosacáridos del quitosano en macrófagos estimulados con lipopolisacáridos era dependiente de la dosis, y además que la presencia en el medio disminuía la expresión génica de citoquinas pro-inflamatorias.

Propiedades fundamentales en su aplicación a la piel y heridas:

Las unidades estructurales del quitosano, la glucosamina y la N-acetilglucosamina, están presentes en diferentes glicosaminoglicanos (GAGs) como el ácido hialurónico, elemento fundamental, junto con el colágeno, de las matrices extracelulares de los

tejidos humanos; normalmente los GAGs se encuentran unidos covalentemente a proteínas centrales y forman los proteoglicanos, los cuales tienen la función de organizar y dar funcionamiento adecuado a la matriz extracelular (Abram, 2004)).



A nivel bioquímico estos materiales participan en dicho proceso con la activación de células polimorfonucleares, de fibroblastos, producción de citoquinas, migración celular y estimulación de síntesis de colágeno tipo IV (Jayakumar et al., 2011). Gracias a la similitud estructural con los glicosaminoglucanos naturales de la piel, la Quitina facilita el crecimiento de queratinocitos y fibroblastos, adicionalmente su baja toxicidad, degradación por enzimas como quitosanasa y lisozima, y biocompatibilidad, lo han posicionado en el campo biomédico en la liberación de fármacos, elaboración de dispositivos médicos como apósitos para heridas, y en aplicaciones en ingeniería de tejidos, entre otros. Los grupos amino del quitosano cargados positivamente interactúan con la membrana celular de la bacteria cargada negativamente, llevando al deterioro de las proteínas y de otros componentes de la membrana de los microorganismos al alterar la permeabilidad de ésta y por lo tanto conducir a su pérdida de funcionalidad de barrera.

Debido a que el quitosano presenta un carácter catiónico puede mantener una carga positiva a pH ácido (pKa 6,5 frente al pH 5,5 de la matriz extracelular humana), confiriéndole la capacidad de interactuar con las superficies celulares y proteínas plasmáticas, combinando interacciones específicas tipo GAGs con otras inespecíficas asociadas a su carga. Investigaciones llevadas a cabo por Saintigny et al. (1993) los cuales utilizaron sustituyentes dérmicos obtenidos a partir de copolímeros de quitosano-colágeno, determinaron que la adición de quitosano aumenta la adhesión celular, favoreciendo la proliferación de fibroblastos y queratinocitos; sin causar respuesta inmune y permitiendo una vascularización y colonización adecuada de fibroblastos, obteniéndose así una matriz organizada con poca formación de granulación y tejido cicatrizado.

Esta carga positiva a pH ácido (pK a 6,5) frente a pH 5,4-5,9 de la piel, también tiene su importancia ya que crea un diferencial eléctrico que favorece la activación de las células de la piel y su proliferación.

Las características eléctricas presentes en la piel están dadas principalmente por la epidermis, específicamente por la capa córnea, en la cual las uniones celulares generadas permiten que haya una comunicación continua entre ellas, representando una actividad que se considera eléctricamente positiva. El CEE (campo eléctrico endógeno) que se produce en la piel, muestra propiedades catódicas al exterior del tejido y anódicas a su interior (Foulds y Barker, 1983), estableciendo la presencia de un campo eléctrico generado entre la dermis y el estrato córneo, cuyo voltaje está alrededor de los 8 a 60 mV. Ante la presencia de una lesión se altera la integridad de este circuito, lo que hace necesaria una variación del comportamiento normal del circuito en busca de restablecer el contacto. El cambio de la conductividad de la herida a lo largo del proceso de cicatrización hace que, a medida que esta va sanando, el flujo de la corriente cese. (Nuccitelli, R et al, 2008).

Resumen actividad en su aplicación en piel y heridas.

Cuando se investiga la utilización de textiles con quitina/quitosano (Q/Qo) aplicada a las heridas y la piel, todas las búsquedas nos llevan a la 1ª Conferencia Internacional de quitina y quitosano en 1978 donde JJ Balassa y JF Prudden (Balasa y Prudden, 1978) mostraron evidencias que los vendajes de Qi/Qo pueden acelerar la curación de las heridas hasta en un 75%; y además explicaron que esto se debía a:

- 1) Una controlada liberación de N-acetilglucosamina o glucosamina, vía degradación enzimática.
- 2) La interacción con la estructura micropolisacárida del colágeno.
- 3) La inhibición de la fibroplasia y generación de tejido selectivo.
- 4) La estimulación de los componentes inflamatorios de la curación de las heridas.

Desde entonces muchas investigaciones en todo el mundo han seguido desarrollando sus descubrimientos sobre Q/Qo (Hamlyn, P., & Schmidt, R. 1994). También en España se han investigado por Joaquín Gacén Guillém (Gacén J, 1996).

Algunas investigaciones se han desarrollado en aspectos muy concretos sobre las cualidades de la Qi/Qo, entre ellas podemos citar:

- a) Protección de la herida, absorción de exudado, y efecto antibacteriano (Jmaa F, et al, 2020. Qurashi M et al, 1992).
- b) Favorece la cicatrización al estimular la proliferación de fibroblastos (Muzzarelli R, 2009 (Diegelman, 1996).
- c) Nula toxicidad sobre células epiteliales: queratinocitos, fibroblastos, melanocitos. (Chatelet C, 2001).
- d) Actividad Hemostática (Burkatoyskava M, 2006); ya con comercialización de apósitos y vendas por HemCon Medical Technologies INC (Oregon, EEUU).

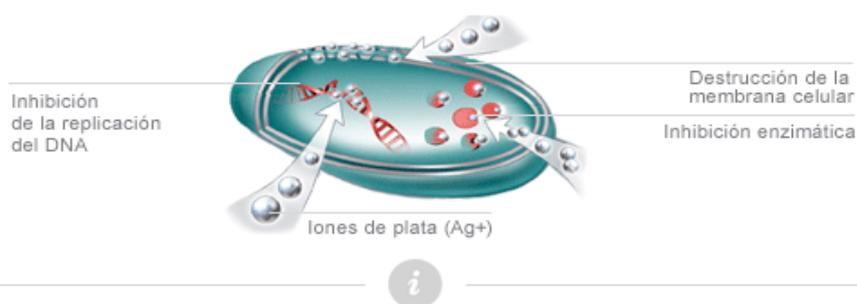
Una de las últimas publicaciones ha sido en mayo de 2017, en el *American Journal of Translational Research*, donde se recogen los estudios realizados por investigadores japoneses y cuyas conclusiones se pueden resumir en que el quitosano: a) promueve la contracción de la herida cutánea, b) acelera la re-epitelización de la piel, c) aumenta la angiogénesis de las heridas de la piel, d) promueve la proliferación de queratinocitos en la curación de heridas, e) inhibe la inflamación excesiva de las heridas de la piel (Chen, X et al. 2017).

B) PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PLATA

Elemento químico, símbolo Ag, número atómico 47 y masa atómica 107.870. Es un metal lustroso de color blanco-grisáceo. Desde el punto de vista químico, es uno de los metales pesados y nobles

En la farmacopea de numerosos países el nitrato de plata, junto con la propia plata, se utiliza como antiséptico y desinfectante aplicado por vía tópica. Se encuentra incluido dentro del grupo D08 del código internacional ATC, concretamente con el código D08AL01.

Mecanismo de acción de la plata: La plata puede presentarse de diferente forma: Elemental (metal de plata, plata nanocrystalina), como compuesto inorgánico (óxido de plata, fosfato de plata,...), o como compuesto orgánico (alantoinato de plata-zinc, alginato de plata,...). Cuando la plata adquiere su forma de ion carga positiva, debido a que pierde un electrón, es cuando adquiere su capacidad para poder destruir las bacterias presentes en heridas infectadas, esto ocurre cuando entra en contacto con un medio acuoso como es el exudado de las heridas (Consenso internacional, 2012)



Propiedades fundamentales en su aplicación a la piel y heridas

Moyer et al. fueron probablemente los primeros en abordar el tema del uso de la plata en el cuidado de heridas al desarrollar un tratamiento eficaz contra las quemaduras infectadas usando una crema a base de nitrato de plata al 0,5%. Sus estudios concluyeron que era eficaz contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Streptococcus hemolyticus* sin causar resistencia ante de la plata (Moyer, et al. 1965).

El catión plata o iones de carga positiva (Ag⁺) son activos contra una variedad de patógenos bacterianos (Hoffman, 1984; Hugo, et al.1992). La potencia antimicrobiana de la plata ha sido atribuida a sus diferentes mecanismos de acción. La plata interfiere en el metabolismo de las bacterias, rompiendo la pared celular bacteriana y uniéndose al ADN, inhibiendo de este modo la replicación y la probabilidad de desarrollar resistencia. El mecanismo de acción de la plata es siempre el mismo, independientemente de su forma de presentación.

Con el fin de que el tratamiento de la herida sea eficaz, los apósitos de plata deben tener ciertas propiedades físicas y químicas (White, 2001). Lo cual sugiere que el apósito debe combinar el efecto antimicrobiano con la capacidad de absorber el exudado y también ser asociado con sistemas de vendaje de compresión. La plata debe tener una solubilidad baja en el exudado, que reaccione rápidamente con otros iones y proteínas presentes en la herida, asegurando la liberación prolongada del metal durante un período de tiempo razonable, sin el riesgo de absorción sistémica. Los apósitos con plata son una excelente opción para combatir los microbios en las heridas infectadas, y son una herramienta óptima para controlar la carga bacteriana en la prevención de infecciones de la piel.

La reparación de una herida implica la coordinación de una serie de procesos biológicos diferentes, como la inflamación, la angiogénesis, el desarrollo de tejido de granulación y la remodelación celular, que culminan en la formación de una herida cicatrizada. No obstante, la evolución de una herida hasta su cicatrización se ve obstaculizada por diversos factores, especialmente la colonización de la herida por microorganismos. El aumento de la carga microbiológica en la herida y el incremento de la virulencia y patogenicidad bacterianas tienen un efecto significativo en la probabilidad de infección de la herida (Percival, 2010).

El componente de plata de los apósitos y tejidos textiles puede estar presente:

- Como recubrimiento, en una o ambas superficies externas del apósito (plata elemental o nanocristalina).
- En la estructura del apósito, como recubrimiento en los materiales del apósito (plata elemental o compuesta), en los espacios de los materiales del apósito (plata elemental o compuesta), o como un compuesto que forma parte de la estructura del apósito (p. ej. Alginato de plata, tejidos MUVU)
- Como combinación de ambos.

Resumen actividad de la plata en su aplicación en piel y heridas.

Una de las virtudes de la plata es que constituye un antimicrobiano de amplio espectro. La plata iónica destruye las bacterias, hongos, virus y protozoos, aunque es menos activa frente a microorganismos más resistentes, como las esporas. Además, los estudios revelan que es muy poco probable que los microorganismos desarrollen algún tipo de resistencia al tratamiento. Son ecológicos, permanentes y no contaminantes. Los iones de plata quedan atrapados en un sustrato matriz o film protector desde donde actúan. A diferencia de otros productos desinfectantes químicos, su actividad es continua y duradera, no eliminándose a través de la limpieza del producto tratado. Además, su efecto es limpio e inocuo para otros seres vivos. No tienen efectos tóxicos en las células humanas 'in vivo'.

Los apósitos de plata poseen una serie de características positivas que son, junto a su alta efectividad, las razones por las que se utilizan con alta frecuencia (Consenso I, 2012)

- No producen efectos secundarios.
- No interfieren con otros tratamientos sistémicos.
- Poseen escasas resistencias.
- Son fáciles de manipular.
- Son bien tolerados por los pacientes

El uso de compuestos de liberación de plata en la tecnología textil representa una progresión nueva y emocionante en la atención de la salud (Hipler C et al, 2004).

- Vendajes de liberación sostenida de plata actualmente disponibles varían mucho en su tecnología, contenido de plata, los patrones de liberación de iones de plata y recomendaciones para la aplicación clínica. En cada caso, los fluidos y exudados de la herida de tejido desencadenan la liberación de iones

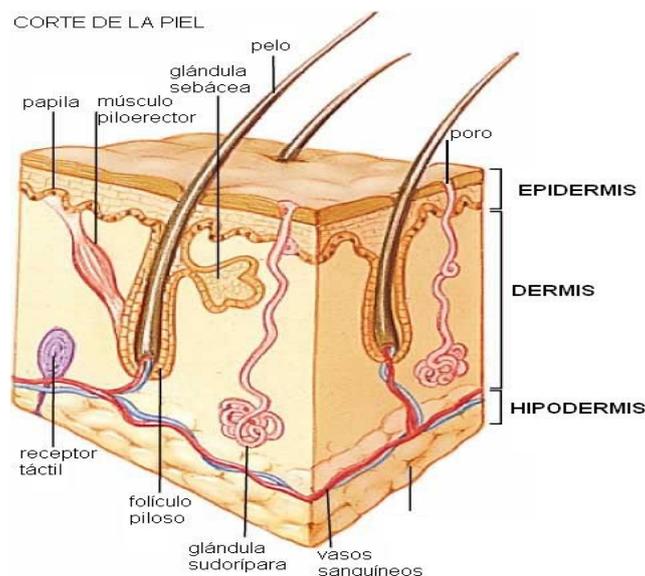
de plata libres para acción antimicrobiana o para la absorción en los tejidos de la herida

- El uso de plata en textiles médicos está en una etapa temprana en la actualidad, pero mantiene muchas posibles ventajas en el control de transmisión de infecciones nosocomiales en los hospitales y en productos de higiene personal. Se espera que ofrezcan especial ventaja en la protección de las personas con inmunodeficiencia adquirida o heredada condiciones que están en mayor riesgo de incluso las más leves infecciones.

C) APLICACIONES EN EL PROCESO DE POSTRASPLANTE CAPILAR

El trasplante capilar es una cirugía mínimamente invasiva, por lo que el paciente no se queda ingresado (FUSS/FUE. Cirugía de tira/Extracción individual de folículos). Tras la intervención, es necesario tomar medicación antiinflamatoria y antibiótica unos días, y que el paciente realice reposo relativo. A los pocos días de la intervención el paciente ya se puede reincorporar a su vida socio-laboral. El cuidado de los folículos trasplantados es sencillo: evitar la fricción los primeros días y lavar el cabello de forma meticulosa. Es habitual que los primeros días se formen pequeñas costras en los folículos trasplantados.

Es imprescindible que el folículo capilar sea extraído entero y en perfectas condiciones para que sea útil para un siguiente injerto. El sistema capilar minúsculo que forma cada folículo (con el vaso capilar, la glándula sebácea, la papila dérmica, el músculo erector) debe sostenerse íntegro para que el pelo más tarde consiga crecer y sobrevivir.



En la fase de extracción, la micro-aguja (micro punch) punza la piel alrededor del folículo entre 1-2 milímetros de la superficie y, después, con unas pinzas muy finas, se extrae el bulbo con los pelos dentro. En la fase de reposición, el implantador penetra en la piel haciendo una incisión mínima en la zona desprovista de pelo y suelta el bulbo entre 1 y 2 milímetros bajo la superficie (dermis profunda/reticular).

Ambas técnicas suponen una actuación a unos 2 mm de profundidad (epidermis y dermis), lo cual, junto con la anestesia local provocan una reacción inflamatoria en las

zonas intervenidas. La curación de la piel, a este nivel, suele tardar hasta unas dos semanas (en la zona donante), y cuatro-cinco semanas en la zona receptora; la cual pasa por las fases normales que se suceden en una cirugía y/o herida aguda.

- Hemostasis
- Inflamación
- Proliferación (granulación, epitelización, contracción)
- Maduración/remodelación

Cuando la fase inflamatoria disminuye (a los 4-5 días en zona donante) se inicia una descamación con caída de las costras resultantes de restos de sangre, exudado y sebo; en la zona receptora, a partir de los 10-15 días, se inicia este mismo proceso que suele durar 4-6 semanas, en el que además, se van desprendiendo los restos de la epidermis que acompañaba a los folículos trasplantados, lo que hace necesario un mayor cuidado en la zona receptora durante este periodo.

Superpuesto a esta fase, se inicia la fase de proliferación (a los 2-3 días), y que suele durar unos 15-20 días en la zona donante, y hasta los 20-30 en la zona receptora.

Coincidiendo con el final de la epitelización, se inicia la fase de remodelación, que puede durar hasta los 6-12 meses; en esta fase la piel recupera casi todas sus características anteriores al trasplante, recuperándose la línea de tensión de la piel por los depósitos de colágeno I definitivo, dando a la zona trasplantada un aspecto semejante al del resto del cuero cabelludo.

¿Cómo actúan los tejidos MUVU en el postrasplante capilar?

Revisados antecedentes, podemos afirmar que la tecnología Regenactiv de MUVU, es la única patentada que combina los elementos **Viscosa-Quitina-Plata**, en un solo componente textil, y que esta combinación favorece la mejor cicatrización de las heridas.

Las principales características de cada uno de estos componentes son:

- **Viscosa:** gran poder de absorción de exudados y líquidos.
- **Quitina:** su acción está basada en sus características fisicoquímicas, y que podemos resumir en:
 - a) Su composición estructural está basada en los glucosaminoglicanos (GAG), estando compuesto por 2 polisacáridos D-glucosamina y N-acetil-glucosamina; similares a los de la piel.
 - b) Es el único polímero natural con pH positivo (6,5), respecto a la matriz extracelular de la piel (5,5).
 - c) Crea un campo de corriente eléctrica positiva en el exterior, respecto de la dermis (capa interior de la piel).
- **Plata:** efecto antibacteriano conocido y demostrado desde hace tiempo.

Como premisa general se puede afirmar que cuanto más rápida es la curación, menos complicaciones, y mejor es el tejido de la cicatriz.

Veamos ahora la **actividad de MUVU** en cada una de las fases de cicatrización (la función de la viscosa y la plata se mantiene durante todo el proceso, pero la Q/Qo actúa de diferentes maneras, predominando una función u otra dependiendo de la fase).

Fase inflamatoria: El sistema defensivo acude a limpiar la herida de exudado y bacterias; las células más importantes son los leucocitos macrófagos y los polimorfonucleares.

La viscosa absorbe los restos exudativos de la inflamación. La plata controla la carga bacteriana durante todo el proceso.

El quitosano (Qo) por su adhesividad y carga positiva aumenta la absorción de exudado, bacterias (carga negativa) y restos de tejido no viable. Además, atrae y facilita la acción de los macrófagos, estimulando la producción de mediadores de la inflamación (interleuquinas) que aumentan la movilidad (quimiotaxis) de los polimorfonucleares neutrófilos (se ha comprobado que a mayor grado de desacetilización de Quitina, mayor producción de interleuquina IL-8, y otros factores de crecimiento celular). Por lo que la limpieza de la lesión se realiza más rápida y se acorta la fase de inflamación

Fase proliferativa: Creación de tejido nuevo

Granulación: En esta fase las células más importantes son los fibroblastos que son atraídos por la interleuquinas de los macrófagos, y entre ambos estimulan la angiogénesis (nuevos vasos) y también la síntesis de matriz extracelular.

En esta fase la estructura catiónica (carga positiva) del Qo, le permite concentrar y adherir a los GAG gran cantidad de interleuquinas y otros estimuladores del crecimiento. Por otra parte, la similitud con los GAG de la piel favorece los depósitos de ácido hialurónico y colágeno. Todo esto lleva a la aceleración de la fase de granulación.

Epitelización: Las células más importantes son los queratinocitos, y se caracteriza por el crecimiento de los bordes de la lesión.

El Qo por su pH 6,5 y su carga eléctrica positiva es capaz de estimular la migración de las células del estrato basal de la epidermis, y como consecuencia acelera la división de los queratinocitos y su proceso de estratificación hasta el estrato córneo, recuperándose más rápidamente los lípidos epidérmicos (ceramidas, ácidos grasos y colesterol).

Contracción: Consiste en la aproximación de los bordes de la herida, los elementos más importantes son los miofibroblastos (células modificadas a partir de los fibroblastos).

Al igual que en la fase anterior, las características catiónicas de pH y carga eléctrica del Qo favorecen la migración de los miofibroblastos desde los bordes de la herida, y consecuentemente la aproximación y cierre de los bordes se acelera.

Fase remodelación: Ordenación correcta y definitiva del colágeno y matriz extracelular. En esta fase la proliferación celular y neovascularización se interrumpen, y el colágeno tipo III (provisional) es sustituido por el tipo I (definitivo).

Los estudios de curación de quemaduras en animales han demostrado que el Qo es capaz de crear un campo eléctrico positivo que favorece la unión de la capa basal de

la epidermis a la dermis, y que también actúa como modulador de los depósitos de colágeno III (facilitando su mayor conversión a colágeno tipo I), lo que mejora la resolución de la cicatriz de la herida, así como también los procesos de dermatoporosis, u otros eventos (hipergranulación) en pieles frágiles.

RESUMEN:

¿CÓMO ACTÚA EL TEJIDO “MUVU” EN EL TRANSPLANTE CAPILAR?

Aumenta la supervivencia del injerto (folículo) y estimula su crecimiento: La mejora de la microcirculación intradérmica, aumenta los estímulos de crecimiento celular, actuando sobre los folículos injertados de manera que aumenta su promedio de supervivencia y estimula su crecimiento; ofreciendo elevados índices de éxito en el resultado final.

Reducción de cicatrices: El uso prolongado del “Recovery Cap” y “Recovery Band” de MUVU mejora la disposición de las fibras de colágeno en la dermis, lo que permite disminuir pequeñas cicatrices, al tiempo que favorece la natural orientación de los folículos sobre la base de una piel más elástica.

Disminuye/evita la formación de costras: La sangre y células de la cirugía, se adhieren al tejido por gradiente físico-químico, actuando de manera permanente, por lo que no se acumulan sustancias ni restos, minimizando la formación de costras.

Mejora de la transpiración: Al mantener la piel más limpia, se permite una mejor transpiración y el mantenimiento de una adecuada temperatura de la piel, con lo que se obtiene una rápida mejoría en la humectación y textura de la piel por la acción de las ceramidas

Aumento de la regeneración celular y reducción del periodo de cicatrización: El tejido MUVU favorece la microcirculación entre la dermis y la capa basal de la epidermis, aumentando la regeneración celular y acortando el periodo de cicatrización.

Mejora la sensibilidad. La recuperación temprana de la microcirculación y las fibras nerviosas sensibles de la piel, reducen las sensaciones de acorchamiento del posoperatorio.

Regula el exceso de sebo y sudor: Absorbe el exceso de sebo y sudor, lo que proporciona sensación de frescura en la piel

Mejora el picor y el eritema: La modulación de la respuesta inflamatoria propicia la reducción de los síntomas habituales como el picor, y el eritema (la piel roja).

Evita el desarrollo de microorganismos y el riesgo de infecciones: Su acción de equilibrio de humedad y nivel de pH permite disminuir los microorganismos de la piel, minimizando el riesgo de infección.

Alta transpirabilidad: Las características de la estructura del tejido y la disposición de las fibras hacia el exterior le confieren alta transpirabilidad, manteniendo un adecuado equilibrio de humedad en la piel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abram, AP "Quitina y Quitosano: obtención, caracterización y aplicaciones", Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, 2004

Balassa, L.L. & Prudden, J.F. (1978) Applications of chitin and chitosan in wound-healing acceleration. In Proc. 1st Internat. Conf. On Chitin/Chitosan. (R.A.A. Muzzarelli & E.R. Pariser, eds): 296-305. MIT Sea Grant Report MITSG 78-7.

Burkatovskaya, M. . Tegos, G.P. Swietlik, E. Demidova, T.N. Castano, A.P. Hamblin, M.R. Use of chitosan bandage to prevent fatal infections developing from highly contaminated wounds in mice, *Biomaterials* 27 (2006) 4157-4164

Chatelet, C. Damour, O. Domard, A Influence of the degree of acetylation on some biological properties of chitosan films, *Biomaterials* 22 (2001) 261-268

Chen, X., Zhang, M., Wang, X., Chen, Y., Yan, Y., Zhang, L., & Zhang, L. (2017). Peptide-modified chitosan hydrogels promote skin wound healing by enhancing wound angiogenesis and inhibiting inflammation. *American journal of translational research*, 9(5), 2352.

Consenso Internacional. Uso adecuado de la plata en las heridas.. Londres: Wounds International; 2102).

Dash, M., F. Chiellini, R.M. Ottenbrite y E. Chiellini (2011). Chitosan-A versatile semi-synthetic polymer in biomedical. *Progress in polymer science*, 36:981-1014.

Diegelman R, Analysis of the effects of chitosan on inflammation, angiogenesis, fibroplasia and collagen deposition in polyvinyl alcohol sponge implants in rat wounds, *Wound. Rep. Reg.* 4 (1996) 48-52

Fernandes, J.C., Spindola, H., de Sousa, V., Santos-Silva, A., Pintado, M.E., Malcata F.X., Carvalho, J.E. (2010). Anti-Inflammatory Activity of Chitooligosaccharides in Vivo. *Marine Drugs*, 8, 1763-1768

Foulds I, Barker A. Human skin battery potentials and their possible role in wound healing. *Br J Dermatol.* 1983;109:515-22

Gacén, J., y Gacén, I. (1996). Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles. *Boletín Intexter del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial*, (110).

Hipler C, P Elsner, Fluhr JW: New recubiertos de plata fibras de celulosa en investigaciones in vitro en actividad antibacteriana y antimicótica. *Conf. Textil Piel, Stuttgart, 2004*, n° 1.5.29.13

Hoffmann, S. Silver sulfadiazine: an antibacterial agent for topical use in burns. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1984;18:119-126.

Hornung, V., Bauernfeind, F., Halle, A., Samstad, E. O., Kono, H., Rock, K. L., Fitzgerald, K. A., Latz, E. (2008). Silica crystals and aluminum salts activate the NALP3 inflammasome through phagosomal destabilization. *Nature Immunology*, 9, 847-56.

Hugo, W. In: Russell, A., Hugo, W., Ayliffe, G., eds. *Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*. Blackwell Scientific 1992; 2:3-6

Jayakumar, R., M. Prabakaran, PT. Kumar, SV. Nair y H. Tamara. 2011. Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. *Biotechnology advances*.

Jmaa, F.H. Furkert, B.W. Mueller, A new lipid emulsion formulation with high antimicrobial efficacy using chitosan, *Eur. J. Pharm. Sci.* 53 (2002) 115-123

Kong, M., Xi Guang Chen, Ke Xing y Hyun Park (2010). Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. *International Journal of food microbiology*, 144:51-63.

Lee, S. H., Senevirathne, M., Ahn, C. B., Kim, S. K., & Je, J. Y. (2009). Factors affecting anti-inflammatory effect of chitooligosaccharides in lipopolysaccharides induced RAW264.7 macrophage cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 19, 6655-6658

Moyer, C., Brentano, L., Gravens, D., Margraf, H., Monafó, W. Treatment of large human burns with 0.5% silver nitrate solution. *Arch Surg* 1965;90:812-8

Muzzarelli, R. Chitins and chitosans for the repair of wounded skin, nerve, cartilage and bone, *Carbohydr. Polym.* 76 (2009) 167-182.

Martínez, A., M. Cortez, J. Ezquerro, A. Graciano, F. Rodríguez, M. Castillo, M. Yépiz y M. Plascencia (2010). Chitosan composite films: Thermal, structural, mechanical and antifungal properties. *Carbohydrate polymers*, 82:305-315

Nuccitelli R, Nuccitelli P, Ramlatchan S et al. Imaging the electric field associated with mouse and human skin wounds. *Wound Repair Regen.* 2008;16(3):432-41.

Percival SL, Thomas JG, Williams DW. Biofilms and bacterial imbalances in chronic wounds: anti-Koch. *Int Wound J* 2010;7:169-75.

Qurashi M., H.S Blair, S.J Allen, Studies on modified chitosan membranes I. Preparation and characterization, *J. Appl. Pol. Sci.* 46 (2) (1992) 255-261

Reuter, S., Gupta, S. C., Chaturvedi, M. M., & Aggarwal, B. B. (2010). Oxidative stress, Inflammation, and cancer: how are they linked? *Free Radical Biology and Medicine*, 49, 1603-1616

Saintigny G, Bomard M, Darnour O, Collombell C, *Acta Derm. Venereol.*, 73, 175 (1993)

White, R. An historical overview of the use of silver in wound management. *British Journal of Community Nursing* 2001;6;8(Silver Suppl 1):3-8

Yoon, H.J.Moon, M. E. Park, H S. Im, S.(2007). Chitosan oligosaccharide (COS) inhibits LPS-induced inflammatory effects in RAW 264.7 macrophage cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 358 (3), 954-959.

Zou, P., Yang, X., Wang, J., Li, Y., Yu, H., Zhang, Y., et al. (2016). Advances in characterization and biological activities of chitosan and chitosan oligosaccharides. *Food Chemistry*, 190, 1174-1181