

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 480**

51 Int. Cl.:
A61L 15/28 (2006.01)
A61L 15/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07021890 .4**
96 Fecha de presentación: **11.09.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1882482**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.01.2008**

54 Título: **Apósito para heridas antibacteriano**

30 Prioridad:
12.09.2001 GB 0121946
27.11.2001 GB 0128329

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.11.2012

73 Titular/es:
CONVATEC LIMITED (100.0%)
GDC First Avenue Deeside Industrial Park
Deeside
Flintshire CH5 2NU , GB

72 Inventor/es:
BRAY, ROGER

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 390 480 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Apósito para heridas antibacteriano

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a apósitos para heridas, en particular a un apósito para heridas antibacteriano a base de fibras formadoras de gel con plata, y a un procedimiento mejorado para la fabricación de este tipo de apósito para heridas.

Antecedentes de la invención

10 Durante muchos años se ha sabido que la plata es una agente antibacteriano útil con una actividad de amplio espectro junto con una compatibilidad con el tejido de mamífero, y ha habido muchas propuestas para incorporar la plata en apósitos para heridas para obtener la ventaja de las propiedades bactericidas de la plata en un apósito para heridas. Además, previamente se ha aplicado plata a material fibroso con fines de recubrimiento distinto al de heridas, normalmente con el fin de potenciar la conductividad eléctrica, véase, por ejemplo, los documentos UK-A-927.115, WO-A-92/16589, DE-C-2.639.287, US-A-5.302.415, US-A-5.186.984, US-A-4.752.536, US-A-4.643.918, JP-010207473A, y JP-020153076. También se ha aplicado plata a dichas fibras, que generalmente no forman gel, de
15 muchas maneras en esas referencias, de las que algunas implican sumergir las fibras en una solución de plata, pero a menudo carecen de detalles de los procedimientos.

20 La carboximetilcelulosa, en particular Lyocell carboximetilado, tiene la capacidad de absorber una gran cantidad de agua y de formar un gel sobre su superficie. Se ha encontrado que esta propiedad del material es particularmente ventajosa en la formación de apósitos para heridas que sean tanto absorbentes como formadores de gel. La carboximetilación de celulosa se describe en el documento WO-A-93/12275, y el uso de carboximetilcelulosa para apósitos para heridas se describe en el documento WO-A-94/16746. El alginato de calcio (o de sodio/calcio) es otro material útil en la formación de apósitos para heridas, debido a su absorbencia y capacidad de gelificación. Las fibras formadoras de gel para su uso en apósitos para heridas son fibras absorbentes de agua que se vuelven húmedas y escurridizas o gelatinosas después de la absorción del exudado de la herida y por tanto reducen la tendencia de las
25 fibras adyacentes a adherirse a la herida. Las fibras formadoras de gel también se pueden hinchar. Las fibras formadoras de gel pueden ser del tipo que mantiene su integridad estructural en la absorción del exudado o pueden ser del tipo que pierde su forma fibrosa y se convierte en un gel sin estructura o una solución en la absorción del exudado. Los documentos GB-A-1,328,088, WO-A-91/11206, WO-A-92/22285, JP- A-4146218 y WO-A-02/36866 divulgan la incorporación de plata en alginato de sodio y calcio, el documento WO-A-01/24839 divulga fibras de carboximetilcelulosa que contienen cloruro de plata y el documento WO-A-02/43743 divulga la incorporación de plata en un polímero que puede ser carboximetilcelulosa o un alginato.

30 Sin embargo existen problemas particulares asociados al uso de plata en apósitos para heridas debido al hecho de que los compuestos de plata son sensibles a la luz y se oscurecen con la exposición a la luz. Esto puede dar como resultado la producción de productos que tienen un aspecto visual poco atractivo, incluso aunque sean técnicamente adecuados para su uso como apósitos para heridas.
35

Hay tres aspectos particulares del oscurecimiento del compuesto de plata a la luz que se deben abordar cuando se trata de producir un apósito para heridas con plata comercialmente aceptable. Un aspecto es el color real del producto, concretamente la necesidad de tener un producto que tenga un color aceptable para el consumidor. El segundo
40 aspecto es la necesidad de producir un producto que tenga una apariencia uniforme. El tercer aspecto es la estabilidad (vida útil en almacenamiento) del color del apósito dentro de cualquier envase que se use para el envasado del apósito. Si se mezclan las fibras, y ambas fibras son blancas, no se nota ninguna imperfección en el mezclado por el consumidor. Aunque esto es fundamentalmente una cuestión visual, los extremos de estriaciones o decoloración dentro de un apósito para heridas podría ser un indicador de adiciones de plata incompletas o inadecuadas al apósito para heridas o a partes de él, o incluso la presencia de cantidades excesivas de plata en algunas zonas, lo que podría
45 indicar posibles problemas en el uso. La plata como material antibacteriano se debe usar en dosificaciones medidas, y este no sería el caso si el nivel de plata varía de apósito a apósito.

Las autoclaves son muy conocidas por su uso en procedimientos de tratamiento de fibras; por ejemplo, es muy conocido que la fibra celulósica se puede teñir colocándola en una autoclave y bombeando el licor de tinte a través de la autoclave para dar un producto que tenga una apariencia teñida de forma uniforme. Una autoclave es un
50 recipiente sellado que tiene entradas y salidas; se puede presurizar y calentar si se requiere y se incorpora en un circuito de tal forma que se pueda bombear el licor a través de la autoclave. Dentro de la autoclave está situada una cesta porosa en forma de malla de acero inoxidable y el producto que se va a tratar se envasa de forma consistente en la malla para garantizar la uniformidad e incluso el flujo de licor a través de la malla durante el procedimiento de bombeo.

55 Por lo tanto, se han realizado intentos por parte del solicitante para aplicar plata a una fibra de carboximetilcelulosa en una autoclave justo mientras que la carboximetilcelulosa se está tiñendo con un tinte, usando una solución de un compuesto que contiene plata (alcohol desnaturalizado industrial (IMS), H₂O + AgNO₃) en la autoclave. El licor que contiene plata se bombeó desde el centro hacia la periferia. En este procedimiento, se situó una cesta que contenía

1,25 kg de la fibra de carboximetilcelulosa dentro de la autoclave antes de cargar la autoclave con el licor. Después, se bombearon 10,4 litros de una solución de (IMS, H₂O + AgNO₃), formada por 6,41 de IMS, 4,01 de agua, 25 g de AgNO₃ a una concentración de plata de 0,240 p/v y una temperatura de 30 °C a través de la autoclave, que tenía una capacidad de aproximadamente 12 litros. Después de que se haya bombeado el licor en todo el circuito durante 30 minutos, se extrajo el licor de la fibra y se movió inmediatamente el producto a las fases posteriores, incluyendo la aplicación de un acabado y secado textil. Después de que tuvieron lugar todos los tratamientos posteriores, se retiró la fibra y se expuso a la luz. Se comprobó que la fibra no era uniforme en la incorporación de plata. Se encontró que el producto obtenido por este procedimiento era muy irregular.

Por lo tanto, se realizaron intentos para alterar el procedimiento de la autoclave usando una cesta de flujo ascendente que alimenta el licor desde abajo en lugar de desde el centro. Se encontró que este tipo de procedimiento mejora el producto en el sentido de que era menos irregular pero se produjo una gradación definida de la incorporación de plata desde el fondo a la parte superior de la cesta. Es un objetivo de la presente invención proporcionar un apósito para heridas antibacteriano a base de o derivado de fibras formadoras de gel con plata en las que se reduzcan o se eludan sustancialmente las desventajas anteriores. Es un objetivo adicional de la presente invención proporcionar fibras con plata para un apósito para heridas antibacteriano a base de fibras formadoras de gel con plata en las que se reduzcan o se eludan sustancialmente las desventajas anteriores.

Divulgación de la invención

Se ha descubierto que se pueden obtener mejores apósitos para heridas a partir de fibras formadoras de gel con plata que tengan más sitios que puedan incorporar iones de plata que iones de plata disponibles en la solución usada para platear, de modo que no todos los sitios incorporen iones de plata en la operación de plateado, distribuyéndose los iones de plata que se incorporan de forma sustancialmente uniforme en los sitios en los que se puedan incorporar.

Los apósitos para heridas antibacterianos de acuerdo con la invención se derivan por tanto de fibras formadoras de gel que tienen iones de plata unidos a ellas en algunos pero no en todos los sitios intercambiables y se caracterizan porque la distribución de los iones de plata en los sitios intercambiables es sustancialmente uniforme.

Sólo una minoría de los sitios en las fibras formadoras de gel que pueden presentar intercambio iónico con iones de plata se platean realmente en la fabricación de los apósitos para heridas de la invención, y no se platean más de un 20 %, a menudo no más de un 10 %, de estos sitios.

También se ha descubierto que se pueden obtener mejores fibras con plata para apósitos para heridas si la puesta en contacto de las fibras formadoras de gel que tienen sitios intercambiables que pueden intercambiarse con iones de plata para platear las fibras con la solución para el plateado se lleva a cabo de tal forma que toda la solución para el plateado se ponga en contacto de forma esencialmente simultánea con la cantidad total de fibras formadoras de gel para formar el apósito para heridas, en lugar de ponerse en contacto de forma gradual o parcial.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, un procedimiento para producir fibras con plata para apósitos para heridas antibacterianos a base de fibras formadoras de gel con plata incluye las etapas de:

- (i) formar un grupo de fibras formadoras de gel precursoras que tienen en ellas sitios intercambiables que pueden intercambiarse con iones de plata para unir iones de plata a las fibras, y
- (ii) poner en contacto el grupo de fibras formadoras de gel precursoras con una solución que contiene iones de plata, bajo condiciones que no provoquen la gelificación irreversible de las fibras, uniendo de este modo los iones de plata a las fibras en sitios intercambiables,

y se caracteriza porque todo el grupo de fibras formadoras de gel precursoras que forman el apósito para heridas se pone en contacto de forma esencialmente simultánea con toda la solución que contiene iones de plata, usándose la solución que contiene iones de plata en una cantidad tal que sólo estén presentes suficientes iones de plata para unirse con algunos pero no con todos los sitios intercambiables en las fibras formadoras de gel precursoras.

El contacto esencialmente simultáneo se puede lograr como un procedimiento por lotes metiendo y sumergiendo rápidamente en la solución que contiene plata las fibras formadoras de gel para formar el apósito para heridas.

Por tanto, en una realización, la presente invención proporciona un procedimiento para la producción de un apósito para heridas antibacteriano a base de fibras formadoras de gel, procedimiento que incluye las siguientes etapas en secuencia:

- (i) formar fibras precursoras que tengan en ellas sitios que puedan presentar intercambio iónico con iones de plata para formar una estopa con plata, y
- (ii) platear las fibras usando una solución que contiene plata que no provoque gelificación irreversible de las fibras,

caracterizado porque, para dar una incorporación uniforme de la plata, se sumergen las fibras dentro de la solución de plata, bajando las fibras directamente en la solución y presionando las fibras inmediatamente por debajo de la superficie de la solución. Las fibras con plata resultantes se pueden procesar a continuación, por ejemplo, en etapas

convencionales, para formar el apósito para heridas.

Las fibras formadoras de gel adecuadas para su uso en apósitos para heridas tienden a ser extremadamente reactivas con iones de plata, es decir, los iones de plata se unen de forma muy rápida y muy firme a los sitios de intercambio iónico en las fibras. Se ha descubierto que, en contraste con las moléculas de tinte aplicadas en una autoclave, no se produce esencialmente una redistribución de los iones de plata después de la unión inicial. Esto significa que, si estas fibras se ponen en contacto de forma lenta o gradual con una solución que contiene una cantidad limitada de iones de plata, las partes de las fibras que se ponen en contacto en primer lugar con la solución que contiene plata incorporarán cantidades relativamente grandes de iones de plata de modo que las partes de las fibras que entran en contacto con la solución que contiene plata en último lugar pueden no tener apenas incorporación de plata. Las fibras resultantes no tendrán inicialmente una coloración uniforme y se oscurecerán en diferentes grados. No sería posible superar este inconveniente usando una mayor cantidad de plata, porque eso podría dar lugar a un sobreplateado de las partes de las fibras que se ponen en contacto en primer lugar con la solución, con la consiguiente falta de uniformidad en la distribución de plata en el producto, o a la falta de agotamiento del contenido de plata de la solución, con los consiguientes problemas de eliminación del efluente así como la pérdida de plata valiosa.

También es importante que el volumen de la solución se ajuste de modo que esencialmente todas las partes estén en contacto con las fibras formadoras de gel de forma esencialmente simultánea. Si el volumen de la solución es grande, en comparación con el volumen que se incorpora en las fibras formadoras de gel, de modo que algunas partes de la solución estén relativamente alejadas de las fibras, los iones de plata en esa parte tenderán a difundirse hacia y a interactuar con las fibras que se encuentren en primer lugar y darán un depósito más pesado en esas fibras, lo que estropea la distribución uniforme deseada.

Se prefiere particularmente que el volumen de la solución con la que están en contacto las fibras formadoras de gel precursoras esté ajustado de modo que esencialmente todo el líquido de la solución se incorpore en la fibra formadora de gel absorbente de agua, sin dejar esencialmente líquido libre. En esta situación, no hay que eliminar esencialmente solución residual en esta fase.

El intervalo de tiempo entre el inicio de la introducción de la fibra formadora de gel en la solución que contiene plata y el momento en el que se sumerge completamente suficiente cantidad de fibra formadora de gel para formar el apósito para heridas es de forma deseable no más de aproximadamente 10 segundos, preferentemente 5 segundos o menos. Para fines prácticos, el intervalo de tiempo normalmente es aproximadamente de 2 a 3 segundos.

Sorprendentemente se ha encontrado que remojando la fibra de una manera libre en la solución, se produce una incorporación de plata muy uniforme. Además, se ha encontrado que es deseable minimizar la cantidad de solución que contiene plata para producir una fibra formadora de gel con plata. El volumen mínimo de líquido requerido para cubrir totalmente cualquier cantidad dada de fibra formadora de gel cuando se remoja la fibra en la solución se puede determinar fácilmente por experimento. Una vez se haya determinado el volumen mínimo de líquido, entonces se prepara esa cantidad de solución que contiene plata y la fibra sencillamente se remoja en la solución de modo que la fibra incorpore la solución, es decir, se llena la solución dentro del recipiente en el que se lleva a cabo. Esto quiere decir que hay una pérdida mínima de solución y que también se minimiza la cantidad de solución que contiene plata que se ha de manejar.

La solución que contiene plata se mantiene preferentemente en un recipiente, que puede ser un recipiente cerrado o un recipiente abierto. El tamaño del recipiente, y, por tanto, el volumen de solución que contiene, y la cantidad de fibra formadora de gel están correlacionados de modo que todo el volumen de solución está en contacto con las fibras de forma esencialmente simultánea.

La fibra formadora de gel es preferentemente una fibra de celulosa carboximetilada (CMC). La CMC derivada de Lyocell tiene generalmente un grado de sustitución de desde 0,1 hasta 0,5, preferentemente de 0,2 a 0,4. Esto da una cantidad suficiente de grupos carboxilato y hace que las propiedades de gelificación y absorbencia sean adecuadas para su uso como apósito para heridas pero sin ser tan grande que una cantidad sustancial de la fibra se vuelva soluble. La CMC se puede derivar de celulosa, preferentemente de Lyocell, por carboximetilación. Una fibra alternativa es alginato de calcio o de sodio/calcio. La fibra que está en contacto con la solución formadora de plata está preferentemente seca, aunque se puede humedecer previamente con un líquido que no provoque gelificación irreversible. Está preferentemente en forma de madeja o estopa, pero, de forma alternativa puede estar en forma de fibra básica (cortada), por ejemplo, en longitudes convencionales estándar. Para facilitar el contacto de fibra/solución rápido, la fibra se usa preferentemente en forma libre, relativamente abierta, al contrario que la forma restringida, perfectamente empaquetada. Esto se logra con una madeja de fibra, básicamente un manojo bastante suelto de estopa continua, o fibras cortadas. Se prefiere, en el funcionamiento comercial, poner en contacto la solución de forma esencialmente simultánea con suficiente fibra para formar más de un apósito para heridas, por ejemplo de 1.000 a 10.000 apósitos. Por tanto, se pueden usar madejas de hasta muchos metros, por ejemplo, de 20 a 200 metros o más, de largo. La fibra puede tener un acabado suave.

El contenido en plata de las fibras con plata es, en general, del orden de un 0,01 a un 10 %, más estrictamente de un 0,1 a un 5 %, preferentemente de un 0,5 a un 2 %, más preferentemente de un 0,9 a un 1,5 %, en peso. Esto permite que se logre una buena actividad antibacteriana, sin que surjan problemas de toxicidad. Esto se compara con un

máximo teórico del orden de un 16 % si se intercambian todos los sitios intercambiables en el Lyocell CMC con un grado de sustitución de 0,3 y aproximadamente un 38 % si se intercambian todos los sitios intercambiables en fibra de alginato convencional.

5 El contacto se lleva a cabo de modo que se evita la gelificación irreversible de las fibras. Se prefiere usar una solución orgánica acuosa para los iones de plata, en especial una solución alcohólica acuosa tal como una mezcla de alcohol etílico y agua. El contenido en agua de esta solución, en general, no excederá de aproximadamente un 50 % en volumen y es preferentemente de un 25 a un 50 % en volumen. La plata se proporciona en forma de una fuente de iones de plata soluble, por ejemplo, una sal de plata soluble, tal como nitrato de plata. La solubilidad en la concentración requerida en la solución que se va a usar es esencial, de modo que no se deben usar sustancias tales como productos cerámicos, resinas de intercambio iónico que contienen plata u otras fuentes de plata insolubles. En 10 términos generales, el contenido en plata del baño puede ser del orden de un 0,1 a un 1 % p/v, preferentemente de un 0,25 a un 0,5 % p/v. Una solución típica puede comprender, por ejemplo, 2,71 de IMS (alcohol desnaturalizado industrial), 1,81 de agua y 25 g de AgNO_3 para dar una concentración de un 0,35 % p/v de plata.

15 Puede ser deseable remover o agitar la fibra o el recipiente durante o y/o inmediatamente después de la adición para facilitar el contacto de toda la fibra con toda la solución.

Si es un procedimiento continuo, en lugar de un procedimiento por lotes, si se requiere, la fibra se puede alimentar por una tubería o tubo en corriente continua con la tasa deseada de alimentación de la solución de plata para dar la cantidad deseada de contenido en plata en la fibra formadora de gel.

20 Si no se requieren etapas de procesamiento adicionales antes del secado, las fibras con plata, adecuadamente en forma de una estopa, se pueden escurrir a continuación, preferentemente hasta aproximadamente 1,5-21 de licor restante por cada kg de estopa. Se puede llevar a cabo este escurrimiento de forma manual o se puede mecanizar, por ejemplo, por la aplicación de una presión de vacío o por medio de una prensa. De forma alternativa, la estopa se puede escurrir y centrifugar. Como la unión de los iones de plata se produce de forma muy rápida, no es necesario retirar el licor en contacto con las fibras con plata de forma rápida o de forma esencialmente simultánea para lograr un depósito de plata uniforme aunque en la práctica esto se puede preferir en caso de que se produzcan otros efectos no 25 deseados.

Normalmente, permanece un poco de plata en el líquido escurrido, ya que ha reaccionado prácticamente toda con la fibra formadora de gel. Esto se puede demostrar sometiendo a prueba el licor con la solución de NaCl, en el que apenas se observa precipitación.

30 La estopa con plata resultante de la fibra formadora de gel se puede procesar después en un apósito para heridas de manera conocida, por ejemplo, como se divulga en el documento WO-A-94/16746.

35 Se pueden llevar a cabo etapas de procesamiento en húmedo adicionales en la fibra con plata antes del secado. Por ejemplo, se puede aplicar preferentemente un acabado textil convencional en una cantidad convencional (por ejemplo, aproximadamente un 0,5 % p/v) de un licor orgánico acuoso (por ejemplo, IMS/agua) que no provoque gelificación irreversible de la fibra. Esto puede estar precedido por un tratamiento que confiera fotoestabilidad, por ejemplo, un tratamiento tal como el que se divulga en el documento WO 02/43743, que implica un haluro de metal, tal como cloruro de sodio.

40 La fibra con plata seca, después de cortarla, en caso necesario, normalmente en longitudes básicas de 50 mm, se puede procesar a continuación para formar una red no tejida, usando, por ejemplo, una plegadora y carda textil. Después, se puede tratar la red para mejorar su resistencia, por ejemplo por unión con aguja, antes cortarla en los tamaños de apósitos requeridos, por ejemplo, cuadrados normalmente de 10 cm x 10 cm. Después, las piezas cortadas se pueden empaquetar, normalmente en bolsitas individuales, y esterilizar de manera convencional, por ejemplo, usando irradiación gamma, antes de que estén listas para su uso.

Los resultados de este cambio se ilustran por los siguientes ejemplos

45 **Ejemplo I**

El procedimiento de autoclave descrito anteriormente y el procedimiento de acuerdo con la invención se llevaron a cabo por separado sobre Lyocell carboximetilado con un grado de sustitución de aproximadamente 0,3. El procedimiento de autoclave se llevó a cabo como se describe en "Antecedentes de la invención". El procedimiento de acuerdo con la invención se llevó a cabo usando una solución que comprende 2,71 de IMS, 1,81 de agua y 25 g de 50 AgNO_3 en una madeja de Lyocell carboximetilado metida y sumergida totalmente en la solución durante un periodo de aproximadamente 5 segundos de modo que la madeja absorbió la solución y, por tanto, todas las partes de la solución estuvieron en contacto con el Lyocell carboximetilado y se captó esencialmente todo. La madeja con plata obtenida de ese modo tenía un contenido en plata promedio esencialmente igual a la madeja tratada por el procedimiento de autoclave. En cada caso, la estopa que se hizo reaccionar se extendió longitudinalmente y se dejó secar, no en la oscuridad pero expuesta a la luz. El material fabricado usando el autoclave mostró extensiones extremadamente diferentes de color gris o rosa, con la mayoría de la estopa sin colorear, normalmente un 75 %. El material fabricado por el procedimiento de la invención estaba mayormente coloreado de gris/rosa, tal vez con tan solo 55

aproximadamente de un 5 % a un 10 % de la estopa sin colorear.

5 La mejora se ilustró adicionalmente cuando la estopa se secó en ausencia de luz y se cortó/abrió/cardó/agujó y se examinó como una pieza de tela. Cuando estas telas se expusieron a luz intensa (por ejemplo, 1000 x estándar) durante 30 minutos, el material fabricado usando la autoclave mostró una distribución irregular mientras que el material producido por el procedimiento de la invención era completamente uniforme en color.

10 Como experimento adicional no de acuerdo con la invención, la estopa de fibra, en lugar de reducirse como una madeja, aproximadamente en cinco segundos en total, se alimentó a mano al recipiente de solución que contenía nitrato de plata como alimentación final. Esto quiere decir que se tardó aproximadamente quince segundos en reducir la estopa en la solución. Después de que se secase la fibra, la estopa se expuso a la luz para mostrar la incorporación de plata de forma visual y se dispuso sobre una mesa de trabajo blanca junto con la estopa de acuerdo con la invención como se produjo anteriormente. La estopa reducida a mano en una alimentación final estaba profundamente coloreada sobre aproximadamente el primer 1/3 a 1/2 de su longitud y el extremo que fue en último lugar estaba muy ligeramente coloreado e irregular. La estopa reducida a madeja estaba coloreada de forma sustancialmente uniforme a lo largo de su longitud.

15 **Ejemplo II**

Dos soluciones de nitrato de plata (1,58g) en agua (1 litro) se prepararon en el laboratorio a temperatura ambiente. A la primera se le añadió estopa de alginato (100 g) de manera deliberadamente lenta, es decir, se tardó aproximadamente 30 segundos en lograr una total inmersión. A la segunda se le añadió una cantidad similar de estopa de alginato, pero esta vez en menos de 5 segundos.

20 Ambas estopas se retiraron de la solución y, después de escurrir el licor en exceso, se dejaron sobre la mesa de laboratorio expuestas a la luz. Poco después, pero sobre todo el día siguiente, una gran diferencia era claramente visible. La estopa de inmersión lenta era oscura (debido a una decoloración provocada por la incorporación de plata) en un extremo de la estopa pero mayoritariamente decolorada en el otro extremo de la estopa. La estopa de inmersión rápida estaba decolorada a lo largo de toda su longitud hasta una extensión considerablemente uniforme.

25 En una situación de producción, la solución a base de agua se podría reemplazar con una solución a base de IMS/agua para evitar la adherencia de filamentos y la gelificación provocada por el enlace de hidrógeno cuando sólo se usa agua.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un apósito para heridas antibacteriano derivado de fibras formadoras de gel con iones de plata unidos a las mismas en algunos pero no en todos los sitios intercambiables, caracterizado porque las fibras formadoras de gel se pueden obtener remojando la fibra de manera libre en una solución que contiene plata de modo que la distribución de los iones de plata sobre los sitios intercambiables sea uniforme y los iones de plata estén unidos a no más de un 20 % de los sitios intercambiables en las fibras formadoras de gel.
2. Un apósito para heridas como se reivindica en la reivindicación 1, en el que las fibras formadoras de gel son fibras de celulosa carboximetilada.
- 10 3. Un apósito para heridas como se reivindica en la reivindicación 1, en el que las fibras formadoras de gel son fibras de alginato de calcio o alginato de sodio/calcio.
4. Un apósito para heridas como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, caracterizado porque la distribución uniforme de los iones de plata en los sitios intercambiables se manifiesta por la coloración uniforme del apósito.