

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 276**

51 Int. Cl.:

**A61N 5/06** (2006.01)

**A61N 5/067** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2014 PCT/SE2014/051162**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15053694**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014 E 14852679 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3055023**

54 Título: **Un aparato para controlar una sonda láser**

30 Prioridad:

**07.10.2013 SE 1351180**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**05.03.2020**

73 Titular/es:

**JOHANSSON, SUSANNE (100.0%)**

**Ringvägen 10**

**117 26 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**JOHANSSON, SUSANNE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 746 276 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

Un aparato para controlar una sonda láser

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente.

## 10 Antecedentes de la invención

10 Las células madre se definen por la capacidad de autorrenovarse continuamente y producir la progenie diferenciada del tejido de su ubicación (Morrison y col., 1997). Las células madre adultas son células indiferenciadas que residen en tejidos diferenciados y tienen las propiedades de autorrenovación y generación de tipos de células diferenciadas. Los tipos de células diferenciadas pueden incluir todas o algunas de las células especializadas en el tejido. Las  
15 fuentes de células madre incluyen la médula ósea, la sangre, la córnea y la retina del ojo, el cerebro, el músculo esquelético, la pulpa dental, el hígado, la piel, el revestimiento del tracto gastrointestinal y el páncreas. Las células madre adultas constituyen un pequeño porcentaje del total de las células. Por ejemplo, en el intestino delgado hay quizás hasta 10 células madre en el fondo de la cripta, de una población total de <300 células en la cripta. En el  
20 músculo esquelético, las células (madre) satélite comprenden aproximadamente el 5 % de todos los núcleos, pero en la médula ósea la célula madre hematopoyética pluripotencial es mucho más rara, con una frecuencia de quizás 1 en 10.000 entre todas las células de la médula ósea. Existe una superposición considerable entre diferentes células madre específicas de órganos putativos en su repertorio de expresión génica, a menudo relacionado con la autorrenovación, la supervivencia celular y la adhesión celular. Sin embargo, las condiciones para hacer crecer o simplemente "seleccionar" células madre in vitro no existen para muchos tejidos en los que se acepta que las células  
25 madre simplemente no crecerán, debido a la falta de factores de crecimiento o sustratos requeridos. En muchos tejidos, simplemente no se han identificado las células madre.

30 Sin embargo, durante más de tres décadas se han utilizado habitualmente células madre para reparar tejidos y órganos dañados por lesiones o enfermedades. Aunque es un tema reciente, las células madre embrionarias han generado un interés considerable, las células madre adultas son vitales para la homeostasis de los tejidos y la reparación de heridas, y residen en nichos específicos que preservan el potencial proliferativo y regenerativo (Blanpain y Fuchs, 2006; Moore y Lemischka, 2006).

35 Así, comprender cómo se mantienen y estimulan las células madre, y cómo participan en la regeneración, resulta importante para combatir una amplia variedad de enfermedades.

40 La terapia con células madre es un tipo de estrategia de intervención que introduce células madre adultas nuevas en un tejido dañado, para tratar una enfermedad o una lesión. Muchos/as investigadores/as médicos/as creen que los tratamientos con células madre tienen el potencial de cambiar la realidad de la enfermedad humana, y de aliviar el sufrimiento. La capacidad de las células madre para autorrenovarse y dar lugar a generaciones posteriores, con grados variables de capacidades de diferenciación, ofrece un potencial significativo para la generación de tejidos que pueden reemplazar potencialmente áreas enfermas y dañadas del cuerpo, con un riesgo de rechazo y efectos secundarios mínimos.

45 Hoy en día, existen diversas terapias con células madre, pero la mayoría se encuentran solo en etapas experimentales o resultan costosas. Sin embargo, los/as investigadores/as médicos/as anticipan que la terapia con células madre probablemente pueda tratar el cáncer, la diabetes tipo 1, la enfermedad de Parkinson, la enfermedad de Huntington, la enfermedad celíaca, la insuficiencia cardíaca, el daño muscular, los trastornos neurológicos, y muchas otras dolencias. Sin embargo, antes de que la terapia con células madre pueda aplicarse en el entorno  
50 clínico, resulta necesaria más investigación para comprender el comportamiento de las células madre al ser trasplantadas, así como los mecanismos de interacción de las células madre con el microambiente enfermo/lesionado.

55 Durante más de 30 años se ha utilizado la médula ósea, y más recientemente células madre de la sangre del cordón umbilical, para tratar a pacientes con cáncer con dolencias tales como leucemia y linfoma. Durante la quimioterapia, los agentes citotóxicos destruyen la mayoría de las células en crecimiento. Sin embargo, estos agentes no pueden discriminar entre la leucemia o las células neoplásicas y las células hematopoyéticas dentro de la médula ósea. Este efecto secundario de las estrategias de quimioterapia convencionales trata de revertirse mediante el trasplante de células madre, al reintroducirse con la médula ósea sana de un/a donante células madre funcionales para  
60 reemplazar las células perdidas en el cuerpo del/de la huésped durante el tratamiento.

A continuación, se analizan varios tratamientos conocidos.

65 El accidente cerebrovascular y la lesión cerebral traumática conllevan la muerte celular, que se caracteriza por una pérdida de neuronas y oligodendrocitos dentro del cerebro. Los cerebros adultos sanos contienen células madre neurales, que se dividen para mantener el número general de células madre o convertirse en células progenitoras.

En animales adultos sanos, las células progenitoras migran por dentro del cerebro y funcionan principalmente para mantener las poblaciones de neuronas para el olfato (el sentido olfativo). En el embarazo y después de una lesión, este sistema parece estar regulado por factores de crecimiento y puede aumentar la velocidad a la que se forma nueva materia cerebral. Aunque después de un trauma en el cerebro parece iniciarse un proceso de reparación, rara vez se observa una recuperación sustancial en adultos, lo que sugiere una falta de robustez.

Las células madre también pueden usarse para tratar la degeneración cerebral, por ejemplo en la enfermedad de Parkinson y de Alzheimer.

El desarrollo de una estrategia de terapia génica para el tratamiento de tumores intracraneales es muy prometedor y ha resultado ser exitoso. El cáncer de cerebro es difícil de tratar usando técnicas convencionales porque se propaga muy rápidamente. Investigadores de la Escuela de Medicina de Harvard trasplantaron células madre neurales humanas en el cerebro de roedores que recibieron tumores intracraneales. En cuestión de días, las células migraron al área cancerosa y produjeron citosina desaminasa, una enzima que convierte un profármaco no tóxico en un agente quimioterapéutico. Como resultado, la sustancia inyectada pudo reducir la masa tumoral en un 81 por ciento. Las células madre no se diferenciaron ni se volvieron tumorígenas. Algunos/as investigadores/as creen que la clave para encontrar una cura para el cáncer es inhibir la proliferación de células madre cancerosas. En consecuencia, los tratamientos actuales contra el cáncer están diseñados para eliminar las células cancerosas. Sin embargo, los tratamientos de quimioterapia convencionales no pueden discriminar entre células cancerosas y otros tipos de células. Las terapias con células madre pueden servir como tratamientos potenciales para el cáncer. La investigación sobre el tratamiento del linfoma utilizando células madre adultas está en marcha y se han dado ensayos en humanos. Esencialmente, se usan quimioterapia para destruir completamente los linfocitos propios del/de la paciente, y células madre inyectadas, reemplazando con el tiempo el sistema inmune del/de la paciente con el del/de la donante sano/a.

Una modulación inmune exitosa mediante células madre de sangre del cordón umbilical, y la mejora clínica resultante en el estado del/de la paciente, pueden tener implicaciones importantes para otras enfermedades autoinmunes y relacionadas con la inflamación.

Sin embargo, sigue siendo necesario utilizar mejor la terapia con células madre para curar enfermedades y otros trastornos. Con este propósito se han utilizado aparatos, tales como láseres.

En la actualidad está muy extendido el uso de láseres en la ciencia y la medicina para el tratamiento de enfermedades, en particular las enfermedades mencionadas anteriormente, y en la terapia. Muchos/as investigadores/as y grupos de investigación están llevando a cabo experimentos con respecto a las reacciones tisulares in vitro para estudiar, predecir y explicar los efectos de la irradiación con láser. Otros/as investigadores/as llevan a cabo pruebas in vivo en animales. También se han documentado la investigación clínica y el tratamiento clínico.

Los láseres terapéuticos utilizados en medicina, por ejemplo para la terapia con células madre, generalmente se dividen en dos categorías: láseres no destructivos de baja energía, también denominados "láseres fríos", diseñados para generar efectos biológicos térmicos a gran escala en los tejidos, y láseres destructivos diseñados para dañar o destruir selectivamente el tejido.

La primera categoría de láser, denominada láser frío o láser de bajo nivel, generalmente utiliza una densidad de potencia o irradiación muy baja. Estos láseres de bajo nivel se utilizan, por ejemplo, en la terapia con láser para estimular procesos celulares que son importantes en la regeneración y reparación celular. Habitualmente, un láser de bajo nivel está diseñado para funcionar a través de mecanismos fotoquímicos y causar cambios casi imperceptibles en la temperatura de las células sometidas a tal láser. En esencia, hasta ahora los láseres de bajo nivel solo se han utilizado para el tratamiento médico térmico. Las irradiancias eficaces máximas habituales están dentro del intervalo de aproximadamente 1-45 mW/cm<sup>2</sup>. Por encima de este intervalo, a menudo se informa de un efecto biológico negativo de respuesta a la dosis.

El segundo tipo de láser, el láser destructivo denominado "láser de alto nivel", no se describirá con más detalle en la presente divulgación.

El tratamiento con láseres de bajo nivel no se analizará con más detalle en el presente documento, y se remite al/a la lector/a a estudios científicos y similares, tales como "Isolated Neuron Response to Blue Laser Micro irradiation: Phenomenology and Possible Mechanism", A.B. Uzdensky, Departamento de Biofísica y Bio-cibernética, Facultad de Física, Universidad Estatal de Rostov, Stachky av., 194/1, Rostov-on-Don. 344090, Rusia, y "Spinal Cord and Brain transplantation benefited by low-power laser irradiation", Lasers in Medical Science 7: 143-115, Rochkind S. (1992).

Por lo general, un/a terapeuta que lleve a cabo un tratamiento con láser de bajo nivel tendrá muchos años de experiencia y deberá saber dónde aplicar radiación al tejido y qué cantidad aplicar, por ejemplo, con respecto a la potencia de láser medida en milivatios (mW), y qué longitud de onda de luz es la más adecuada para diferentes tipos de tratamiento. Esto puede ser problemático ya que, a menudo, se necesitan terapeutas suficientemente

capacitados/as y con experiencia. Incluso un/a terapeuta con mucha experiencia puede adolecer de un nivel insuficiente de práctica y experiencia para poder controlar la sonda láser correctamente.

5 El documento EP-A1-0 320 080 da a conocer una sonda 30 de haz único y una sonda 60 de agrupación, en donde la sonda 30 de haz único emite radiación de una frecuencia única, y la sonda 60 de agrupación contiene múltiples fuentes de radiación de múltiples frecuencias.

#### Sumario de la invención

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato mejorado para controlar una sonda láser de bajo nivel adaptada para estimular células madre de un sujeto.

15 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de control para controlar una sonda láser de bajo nivel adecuada para tratar células madre adultas de un sujeto. La sonda tiene una pluralidad de fuentes de luz situadas en una superficie abovedada (curvada) de tratamiento. El aparato de control está configurado para recibir y almacenar información de estado de un sujeto, y configurado para controlar la sonda láser para que transmita luz que tenga al menos dos frecuencias diferentes para estimular células madre adultas del sujeto, de acuerdo con la información de estado recibida. Al menos una primera fuente de luz está situada centralmente en la superficie abovedada de tratamiento de la sonda y está adaptada y controlada para transmitir luz de una primera longitud de onda, con una primera intensidad particular, y las otras fuentes de luz ubicadas alrededor de la primera fuente de luz están adaptadas y controladas para transmitir luz de otra longitud de onda más alta, y al menos una segunda intensidad más alta. El aparato de control está dispuesto para permitir, diseñar y modificar el tratamiento a tiempo real con respecto al contenido y al tiempo, durante una sesión de tratamiento real.

25 En el presente documento, la expresión "longitud de onda más alta" incluye "longitud de onda más larga".

30 Por medio de la presente invención, en donde la sonda láser de bajo nivel se controla y está adaptada para transmitir luz de al menos dos longitudes de onda, se obtiene un control mejorado de la energía transmitida en comparación con los métodos y aparatos de la técnica anterior. Este control mejorado ayuda a tratar las células madre. Se considera que las fuentes de luz adaptadas y controladas para transmitir luz con una mayor longitud de onda y una mayor intensidad, es decir más energía, que la primera fuente de luz situada en el centro, influyen en las células madre para que se "abran" o, en otras palabras, se vean estimuladas para recibir mejor la luz de la primera fuente de luz de manera que puedan tratarse más fácilmente las células madre del sujeto. Este es un efecto sorprendente y novedoso que, en la medida de nuestro conocimiento, no se ha dado a conocer previamente.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, el aparato de control comprende adicionalmente un procesador, una base de datos y una memoria de programa. La memoria de programa comprende instrucciones de programa informático cuando se ejecuta en el procesador, configurado para almacenar información de estado del sujeto en la base de datos.

40 Puede proporcionarse información de estado de uno o más sujetos introduciendo datos de paciente recopilados en la base de datos, y almacenando los datos de paciente antes de recibir información de estado de los mismos. De esta manera, puede utilizarse la información de estado del historial de un sujeto en particular, pero también de otros sujetos, para mejorar el control de la sonda láser al utilizar las longitudes de onda, la intensidad y la duración de la luz más eficientes en función del conocimiento obtenido.

45 En las reivindicaciones dependientes se exponen las realizaciones preferidas.

#### Breve descripción de los dibujos adjuntos

50 La FIG. 1 ilustra un diagrama de flujo de un método para explicar la presente invención,  
La FIG. 2a es una vista esquemática de un aparato para controlar una sonda láser de bajo nivel de acuerdo con una realización de la presente invención; y  
La FIG. 2b es una vista inferior de la sonda láser de bajo nivel per se.

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

60 La invención de acuerdo con una realización de la presente invención proporciona un aparato para controlar una sonda láser de bajo nivel que, durante el uso, se utiliza para tratar dolencias corporales (sin excluir los animales), en particular para bioestimular. La sonda láser de bajo nivel puede utilizarse tanto para el tratamiento de enfermedades como con fines preventivos, también en combinación con técnicas convencionales de tratamiento, tal como la quimioterapia. Para confirmar el tratamiento pueden utilizarse técnicas convencionales, tales como rayos X, o el muestreo de sangre.

La invención también puede utilizarse con fines preventivos, dado que no es destructiva ni peligrosa para el sujeto tratado. De esta manera, la invención puede usarse en una etapa muy temprana para tratar enfermedades tales como cánceres propagados.

5 La invención no se limita al uso de una única sonda láser de bajo nivel, sino que, alternativamente, de acuerdo con otra realización de la presente invención pueden emplearse dos sondas láser de bajo nivel. Esta realización acorta el tiempo requerido para el tratamiento.

Habitualmente, las dos sondas láser de bajo nivel son idénticas y se controlan para que cooperen entre sí.

10 Se describirán a continuación la invención y sus realizaciones, en forma de un aparato para controlar la sonda láser, como un aparato que comprende una sonda láser diseñada para el tratamiento de la columna vertebral como estructura corporal, pero la presente invención no está limitada por este motivo a la columna vertebral, y pueden considerarse otras estructuras irregulares o deformaciones corporales para el tratamiento con la sonda.

15 Ahora se hace referencia a la FIG. 1 y las FIGS. 2a-b, en donde la FIG. 1 ilustra un diagrama de flujo de un método para explicar una realización de la presente invención, la FIG. 2a es una vista esquemática de un aparato 20 de control para controlar una sonda láser 20a de bajo nivel de acuerdo con una realización de la presente invención, y la FIG. 2b es una vista inferior de la sonda láser utilizada por la presente invención.

20 Para comenzar, si aún no se ha hecho, en 11a se recibe y almacena la información de estado de un sujeto, en este caso un/a paciente, habitualmente el historial médico del/de la paciente, por medio del aparato 20 de control para controlar una sonda láser de bajo nivel y/o parcialmente por medio de cualquier otro medio separado, tal como un registro de datos de paciente, por lo que es importante determinar y registrar cómo ha comenzado una enfermedad. Esto está relacionado con el hecho de que los primeros efectos curativos de un tratamiento con una sonda láser de bajo nivel generalmente surgen en la última área del cuerpo que se vio afectada por la enfermedad.

25 Entonces, de acuerdo con la información de estado proporcionada, en 11, se controla en 12 una sonda láser 20a de bajo nivel, y se adapta para transmitir luz que tenga al menos dos longitudes de onda diferentes  $\lambda_1$  y  $\lambda_n$  para estimular células madre adultas del sujeto (no mostrado). Al menos una primera fuente 24a de luz está situada centralmente en una superficie abovedada 25 de tratamiento de una sonda láser 20a. La sonda láser 20a está adaptada, por medio de una primera fuente 24a de luz, para transmitir luz, visible o no, de una primera longitud  $\lambda_1$  de onda con una primera intensidad particular  $I_1$ , y las otras fuentes 24n de luz posicionadas alrededor de la primera fuente 24a de luz están adaptadas para transmitir luz de una segunda longitud  $\lambda_n$  de onda mayor y al menos una segunda intensidad  $I_2$  mayor. Pueden aplicarse diferentes intensidades, más altas. El número de segundas fuentes 24n de luz láser puede ser cuatro (4), por ejemplo, pero también cualquier otro, habitualmente un número mayor tal como cinco o más.

30 De acuerdo con una realización de la invención, la sonda láser 20a tiene una empuñadura 23 y una base 26. La base 26 comprende una primera y una segunda fuentes 24a, 24n de luz láser, tales como diodos emisores de luz según lo descrito en la solicitud de patente publicada WO-A1-0121256, de los mismos solicitantes. La superficie abovedada 25 de tratamiento tiene una forma adecuada para adaptarse de la mejor manera posible al área del cuerpo del sujeto en el que vaya a utilizarse, para el tratamiento con láser. La superficie abovedada 25 de tratamiento habitualmente es flexible, es decir, puede estar fabricada con algún material conocido que sea elástico o flexible, pero que pueda sujetar dispositivos láser y dispositivos de luz. La propiedad elástica o flexible del material utilizado se ha indicado con una línea discontinua 28 en la FIG. 2a.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, el aparato 20 de control comprende adicionalmente un procesador 25a, una base 25b de datos para almacenar y proporcionar información de estado de un sujeto, y una memoria 25c de programa que comprende instrucciones de programa informático cuando se ejecuta en el procesador 25a, configurado para almacenar o proporcionar información de estado del sujeto en la base 25b de datos. Habitualmente, la comunicación entre la sonda 20a y el aparato de control se lleva a cabo por medio de un bus 25d de datos, un medio 25e de entrada/salida y un portador 25f de información, tal como un cable.

40 La FIG. 2b muestra la base 26 de la sonda láser 20a de bajo nivel vista desde abajo, para que aparezca la superficie abovedada 25 de tratamiento, de modo que se aprecie claramente la superficie abovedada 25 de tratamiento entre las líneas transversales continuas. La superficie abovedada 25 de tratamiento puede ser rectangular en una realización, por ejemplo 4,0\*3,5 cm, y ligeramente cóncava, es decir: puede adaptarse, por ejemplo, a la columna vertebral, y comprender cinco fuentes 24a, 24n de luz láser. Dos de las fuentes 24n de luz láser están dispuestas a lo largo de cada lado corto/largo de la superficie abovedada 25 de tratamiento, y una de las fuentes de luz láser, la primera fuente 24a de luz, está dispuesta en el centro de la superficie abovedada 25. Con esta disposición de las fuentes 24a, 24n de luz, se alcanzan todas las áreas de tratamiento simultáneamente, en donde las segundas fuentes 24n de luz tienen mayor intensidad que la primera fuente 24a de luz, de modo que mejora lo que se conoce como potencia de salida del tratamiento y puede determinarse la reacción de un/a paciente al tratamiento incluso mientras se efectúa el tratamiento. Esto permite, por primera vez en el campo del tratamiento con láser de bajo nivel, facilitar, diseñar y modificar el tratamiento a tiempo real con respecto al contenido y al tiempo, siguiendo el patrón de

reacción de un/a paciente individual, durante una sesión de tratamiento real de tal manera que pueda obtenerse una comunicación a nivel celular. De acuerdo con nuestra comprensión, la comunicación a nivel celular estimula la defensa inmune propia del sujeto.

5 A continuación, se explicarán varios ejemplos con más detalle.

Una primera etapa de un tratamiento estándar con láser, en este caso de EM, es tratar la columna vertebral. Se trata la región entre las vértebras con 2.500 mW durante 5 minutos. Posteriormente, se trata la región desde la C1 hasta el sacro con 5.000 mW durante 5 minutos, y con 2.500 mW durante otros 5 minutos. Posteriormente, el/la paciente se acuesta boca arriba para el tratamiento del lóbulo frontal, de sien a sien, con 5,000 mW durante 4 minutos.

Si un/a paciente presenta movilidad reducida en las piernas, también deberán tratarse los pies para estimular la circulación sanguínea, por lo que se aplicarán 5.000 mW en cada pie durante 5 minutos. Es importante tener cuidado de que el tratamiento en los pies no dure demasiado tiempo, de modo que se transfiera demasiada energía a los pies y no se logre la sanación principal en la columna vertebral o el lóbulo frontal.

Después del tratamiento con láser, el/la paciente podría experimentar una sensación de calor mezclada con hormigueo, que a menudo se describe como pinchazos ligeros o escozor en los brazos y las piernas. Estos efectos del tratamiento pueden moverse por el cuerpo, aunque la mayoría de las reacciones surgen en el área de la columna vertebral. Esto es prueba de que el tratamiento con láser está sanando al/a la paciente.

Cada tratamiento con láser dura aproximadamente 30-45 minutos. Por lo general, los primeros diez tratamientos deben llevarse a cabo con una frecuencia de dos veces por semana. Los resultados notables de los tratamientos normalmente surgen después de aproximadamente 8-10 tratamientos.

La invención también puede usarse para tratar enfermedades de la piel u otros tejidos de barrera con un láser de bajo nivel no destructivo, incluyendo los otros tejidos de barrera el revestimiento de la boca, nariz, tráquea, bronquios, pulmón, esófago, estómago, intestino, peritoneo, vejiga, uretra, pene, próstata, útero, vagina, arterias, venas o capilares.

Se ha demostrado que los/las pacientes siguen el mismo patrón de experiencias, independientemente de la edad, el sexo o el grado de avance de su enfermedad. Después de completar el tratamiento, un/a paciente podría sentirse activo/a con una agradable sensación de calor en el cuerpo, o cansado/a con una sensación de dolor muscular.

35 Un efecto permanente o a largo plazo del tratamiento contra la EM es que los/las pacientes logran una mejora notable en el movimiento y en los órganos respiratorios, junto con un aumento de la energía general.

En el aparato de la invención, las fuentes de luz funcionan con luz de forma pulsada (luz láser). La duración de los pulsos de luz láser es de entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 200 nanosegundos (ns), de entre aproximadamente 0,5 y aproximadamente 50 ns, o de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 ns. La frecuencia de la luz láser es de entre aproximadamente 1 Hertz (Hz) y aproximadamente 100 kilohercios (kHz), de entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 20 kHz, de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 kHz; la irradiancia de la luz láser es de aproximadamente entre 0,1 y aproximadamente 10 kHz.

45 La potencia de las fuentes láser está habitualmente dentro del intervalo de 1 a 4 W/cm<sup>2</sup>. La duración del tratamiento con láser es de hasta 45 minutos. El tratamiento puede implicar un solo tratamiento o una serie de hasta aproximadamente 10 tratamientos. Los láseres a utilizar en los métodos de la invención incluyen emisores de luz en el intervalo de luz visible.

50 Algunas fuentes de luz láser apropiadas para el método de la invención pueden incluir, sin limitación, criptón (416 nanómetros (nm)), argón (488 y 515 nm), bromuro de cobre (510 y 578 nm), helio-neón (544, 594 y 612 nm), granate de itrio y aluminio dopado con neodimio (532 y 1064 nm), rubí (628 y 694 nm), zafiro de titanio (700-1000 nm), fluoruro de litio e itrio dopado con neodimio (1047 y 1053 nm), erbio-vidrio (1540 nm) y fluoruro dopado con holmio (2950 nm). Algunas longitudes de onda láser a utilizar en los métodos de la invención incluyen, sin limitación, 510 nm, 578 nm, 532 nm, 810 nm, 1064 nm, 1460 nm, 1540 nm y 2950 nm. Algunos tamaños de haz láser a utilizar en el método de la invención incluyen, sin limitación, un diámetro de 1-10 mm, 2-8 mm, 2-7 mm o 3-5 mm.

60 Tal como se usa en el presente documento, el término "tratar" una enfermedad de un sujeto o "tratar" a un sujeto que tenga una enfermedad se refiere a exponer al sujeto a láser, de tal manera que se reduzca o prevenga la extensión de la enfermedad. Por ejemplo, el tratamiento da como resultado la reducción de al menos un signo o síntoma de la enfermedad o dolencia. El tratamiento incluye (pero no se limita a) la exposición a un láser como se describe en el presente documento posteriormente al inicio de un suceso patológico. El tratamiento puede requerir la administración de un agente y/o efectuar el tratamiento más de una vez.

65

Tal como se usa en el presente documento, una “dolencia” incluye cualquier anomalía que pueda experimentar un sujeto, incluyendo cualquier enfermedad, infección, trastorno, tumor, cáncer, inflamación o cambio en la estructura y función celulares.

Tal como se usa en el presente documento, “sujeto” se refiere a un mamífero. Un sujeto humano también puede conocerse como paciente. Tal como se usa en el presente documento, “mamífero” se refiere a cualquier mamífero incluyendo, sin limitación, humanos, ratones, ratas, ovejas, monos, cabras, conejos, hámsteres, caballos, vacas o cerdos. Tal como se usa en el presente documento, un “mamífero no humano” se refiere a cualquier mamífero que no sea humano. Tal como se usa en el presente documento, “exposición/exponer” significa tratar con un láser durante un tiempo que resulte útil para la invención. En una realización, exposición significa tratar con un láser aplicado en un pulso, en donde el pulso se aplica durante una duración particular. El intervalo de duraciones de pulso va de cientos de picosegundos a cientos de nanosegundos (por ejemplo, aproximadamente 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 picosegundos, o aproximadamente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100 o 200 nanosegundos). Debe comprenderse que la duración real del pulso variará ligeramente en función de las limitaciones del láser y la velocidad de conmutación/velocidad de obturación. En otra realización, “exposición” significa tratar con un láser con una repetición de pulso particular (frecuencia de pulso). Las frecuencias de pulso óptimas varían entre aproximadamente 1 Hz y aproximadamente 100 kHz (por ejemplo, 0,001, 0,01, 1, 10, 100 kHz), siendo frecuencias de pulso habituales 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50 o 100 kHz. Debe comprenderse que la frecuencia de pulso real variará ligeramente en función de las limitaciones del láser y la velocidad de conmutación/velocidad de obturación. En otra realización, “exposición” significa tratar con un láser de una longitud de onda particular, pudiendo variar el intervalo de longitudes de onda desde la luz visible hasta la porción infrarroja media del espectro electromagnético (entre aproximadamente 500 nm y 3000 nm, por ejemplo, 400, 425, 450, 475, 500, 525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750, 775, 800, 825, 850, 875, 900, 925, 950, 975, 1000, 1125, 1150, 1175, 1200, 1225, 1250, 1275, 1300, 1325, 1350, 1375, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900 y 3000 nm), y siendo habitualmente de aproximadamente 500-2000 nm. En otra realización, “exposición” significa exponer a un sujeto a un láser con una energía pico particular, siendo el intervalo de energía del pulso de entre 1 microjulio y  $(1 \times 10^{-6} \text{ J})$  1 julio (por ejemplo, 1, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400, 500 microjulios, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400 500 milijulios, o 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 y 1,0 julios).

En otra realización, “exposición” significa tratar con un láser de una densidad de potencia o irradiancia en particular, siendo el intervalo de irradiancia de entre 0,1 y 10 W/cm<sup>2</sup> (por ejemplo, aproximadamente 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, o 10 W/cm) y habitualmente de aproximadamente 1-4 W/cm<sup>2</sup>.

En otra realización, “exponer” significa tratar con un láser durante un período de tiempo particular. El intervalo de tiempos de exposición puede ser de entre aproximadamente 10 segundos y aproximadamente 600 segundos (por ejemplo, aproximadamente 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 segundos).

En otra realización, “exposición” significa tratar con un láser un área particular del sujeto. Las áreas de tratamiento habituales son un diámetro de aproximadamente 1-100 mm (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 mm<sup>2</sup>). El tratamiento puede implicar la exposición de múltiples áreas del sujeto. Tal como se usa en el presente documento, un “láser” se refiere a un dispositivo electrónico-óptico que emite radiación de luz coherente. Un láser estándar emite luz en un haz monocromático estrecho y de baja divergencia (de un solo color, si el láser está operando en el espectro visible), con una longitud de onda bien definida.

Tal como se usa en el presente documento, un “láser” incluye cualquier láser actualmente comercializado o que pueda comercializarse y capaz proporcionar la duración de pulso, la potencia y la frecuencia de pulso apropiadas requeridas por los métodos de la presente invención. Algunos láseres actualmente disponibles que pueden usarse en los métodos de la invención incluyen, sin limitación, láseres de vapor de gas, láseres de vapor de metal, láseres de colorante pulsado, láseres de estado sólido, láseres de semiconductor y láseres de fibra. Algunos ejemplos de láseres que pueden proporcionar la duración de pulso, la densidad de potencia y la frecuencia de pulso adecuadas incluyen un láser de bromuro de cobre tal como el láser de bromuro de cobre Norseld Dual Yellow (511 y 578 nm) o el láser Asclepion ProYellow+ copper (511 y 578 nm), un láser de granate de itrio y aluminio dopado con neodimio (Nd: YAG) con conmutación en Q, tal como el láser RMI 15 de estado sólido bombeado por diodos con conmutación en Q que tiene una salida de 532 nm o 1064 nm, un láser Alejandrita con conmutación en Q a 755 nm, un láser de diodos con conmutación en Q a 810 nm, un láser de fibra pulsado tal como el láser de fibra pulsado de iterbio de la serie IPG Photonics YLP, a 1055-1075 nm, o un láser de fibra pulsado en nanosegundos tal como el láser Nufern NuTx de fibra pulsado en nanosegundos y dopado con erbio-iterbio, a 1550 nm.

La invención tiene como objetivo fortalecer los mecanismos de defensa inherentes del cuerpo. Los principales éxitos del tratamiento de la invención son los casos en los que los/las pacientes superen su enfermedad mediante la movilización de sus propios recursos, es decir, a través de una respuesta inmune fortalecida de tal magnitud que se supere la enfermedad y desaparezca la misma. Además de con técnicas convencionales, el método y el aparato de la invención también pueden usarse para aumentar los efectos de otras formas de tratamiento, tales como la radioterapia y la terapia citostática en el tratamiento del cáncer.

Una posible explicación de la eficacia del tratamiento podría ser que afecta la producción o concentración de anticuerpos a través de la comunicación intercelular. Puede interpretarse como un medio para restablecer una comunicación celular normal que se haya visto comprometida por una enfermedad o lesión.

5 La presente invención no se limita a las realizaciones preferidas anteriormente descritas. Por lo tanto, las realizaciones anteriores no deben tomarse como limitantes del alcance de la invención, que está definido por las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Aparato (20) de control para controlar una sonda láser (20a) de bajo nivel adecuada para tratar células madre adultas de un sujeto, teniendo dicha sonda láser (20a) de bajo nivel una pluralidad de fuentes (24a...24n) de luz situadas en una superficie abovedada (25) de tratamiento, en donde el aparato (20) de control está configurado para almacenar (11a) y recibir (11) información de estado de un sujeto, y configurado para controlar la sonda láser (20a) para que transmita luz ( $\lambda$ ) que tenga al menos dos frecuencias ( $\lambda_1... \lambda_n$ ) diferentes para estimular las células madre adultas del sujeto de acuerdo con la información de estado recibida, caracterizado por que al menos una primera fuente (24a) de luz, que está situada centralmente en la superficie abovedada (25) de tratamiento de la sonda (20a),  
10 está adaptada y es controlable para transmitir luz de una primera longitud ( $\lambda_1$ ) de onda con una primera intensidad particular ( $I_1$ ), y las otras fuentes (24n) de luz, situadas alrededor de la primera fuente (24a) de luz, están adaptadas y son controlables para transmitir luz de otra longitud ( $\lambda_n$ ) de onda más alta y con al menos una segunda intensidad ( $I_2$ ) más alta, y por que el aparato de control está dispuesto para facilitar, diseñar y modificar el tratamiento a tiempo real con respecto al contenido y al tiempo durante una sesión de tratamiento real.  
15
2. El aparato (20) de control de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un procesador (25a), una base (25b) de datos y una memoria (25c) de programa que comprende instrucciones de programa informático cuando se ejecuta en el procesador (25a), configurado para almacenar información de estado del sujeto en la base (25b) de datos.  
20
3. El aparato (20) de control de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dos sondas láser (20a, 20a) de bajo nivel son controlables.
- 25 4. El aparato (20) de control de acuerdo con la reivindicación 3, en donde las dos sondas láser (20a) de bajo nivel son idénticas y son controlables para que cooperen entre sí.

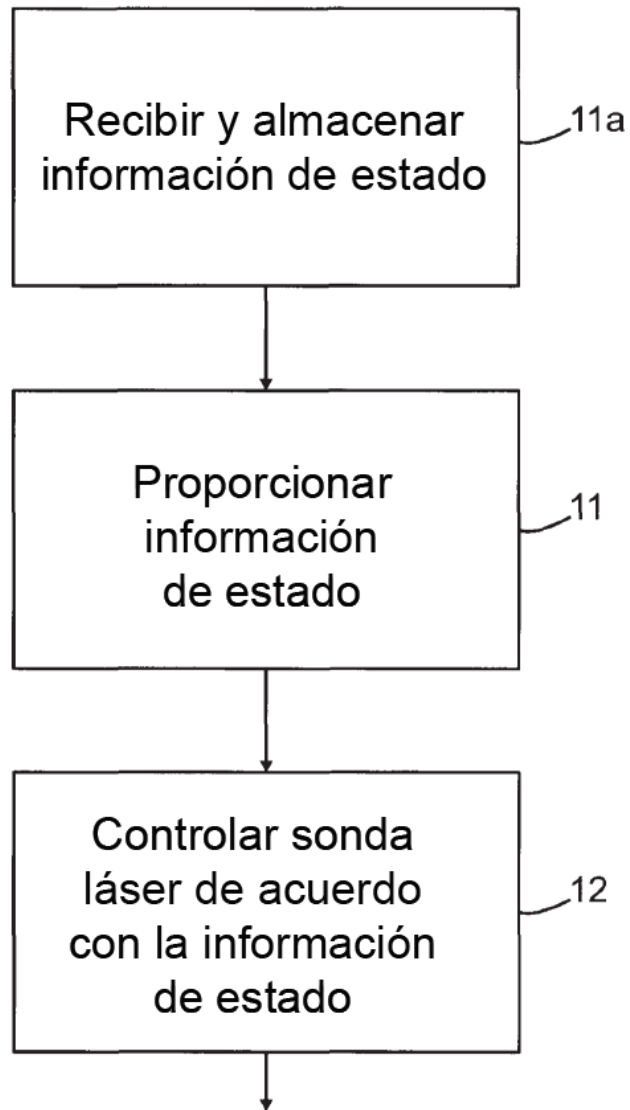


FIG. 1

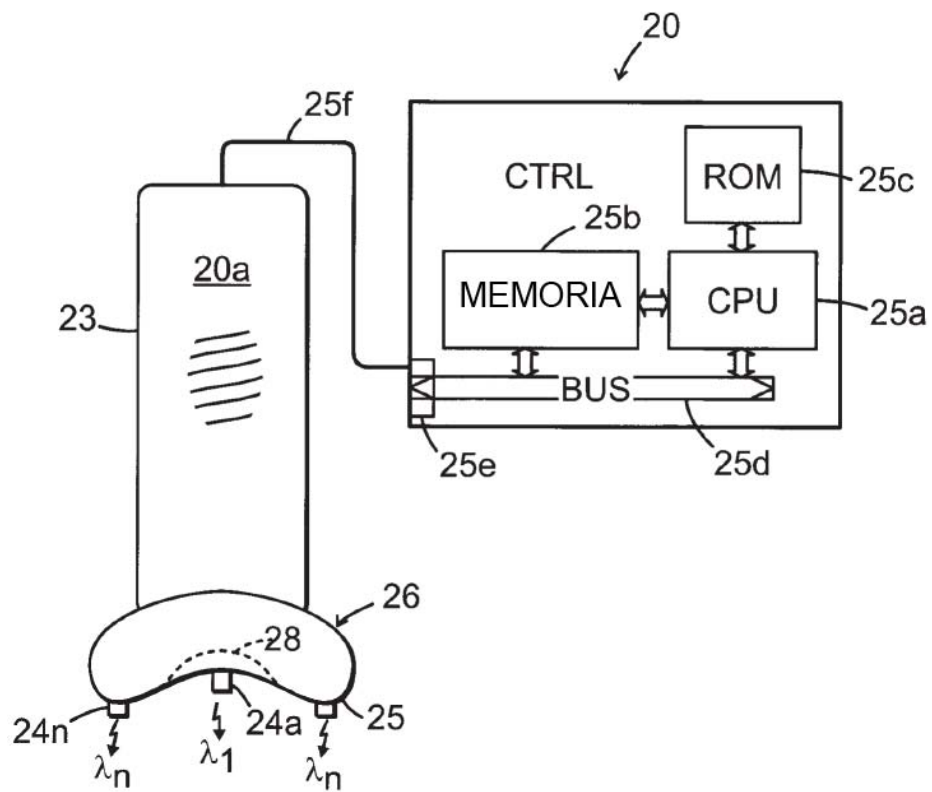


FIG. 2a

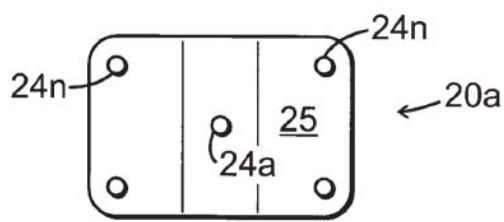


FIG. 2b