

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 552**

51 Int. Cl.:

A61B 5/026 (2006.01)

A61B 5/1455 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2019 PCT/US2019/041861**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2020 WO20018451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2019 E 19838240 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024 EP 3823525**

54 Título: **Medición de perfusión y oxigenación**

30 Prioridad:

16.07.2018 US 201862698684 P

17.05.2019 US 201962849700 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2025

73 Titular/es:

BBi MEDICAL INNOVATIONS, LLC (100.00%)
1801 Century Park East, Suite 460
Los Angeles, CA 90067, US

72 Inventor/es:

BURNS, MARTIN F. y
ROSS, GRAHAM O.

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 3 015 552 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

Medición de perfusión y oxigenación

5 Referencia a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud provisional de EE. UU. n.º 62/698.684 presentada el 16 de julio de 2018 y la solicitud provisional de EE. UU. n.º 62/849.700 presentada el 17 de mayo de 2019.

10 Campo

La presente divulgación proporciona métodos y aparatos para evaluar el flujo sanguíneo en tejidos dañados y/o en proceso de cicatrización. La presente divulgación también proporciona métodos para identificar a un paciente en el inicio del riesgo de úlcera por presión o en riesgo de inicio de úlcera por presión, y tratar al paciente con una intervención clínica específica de la anatomía seleccionada basándose en mediciones de los valores de perfusión u oxigenación sanguínea, o una combinación de los mismos. La presente divulgación también proporciona métodos para estratificar grupos de pacientes basándose en el riesgo de desarrollo de heridas, y métodos para reducir la incidencia o gravedad del daño tisular en pacientes ingresados en un centro asistencial. La presente divulgación también proporciona aparatos y soportes legibles por ordenador para medir la perfusión sanguínea en pacientes con el fin de identificar tejido dañado para una intervención clínica específica de la anatomía, y métodos para identificar tejido dañado. La presente divulgación también proporciona métodos para detectar el daño tisular antes de que el daño tisular sea visible en la piel de un paciente.

25 Antecedentes

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano. Está fácilmente expuesta a diferentes tipos de daños y lesiones. Cuando la piel y los tejidos que la rodean son incapaces de redistribuir la presión externa y las fuerzas mecánicas, pueden producirse daños y lesiones cutáneas, pueden formarse úlceras. La exposición continua prolongada incluso a una presión moderada, tal como la presión creada por el peso corporal de un paciente en decúbito supino sobre sus superficies cutáneas posteriores, puede provocar una úlcera por presión. En presencia de otros daños, tal como la neuropatía y el debilitamiento de los tejidos periféricos que pueden ser inducidos por la diabetes, incluso la exposición periódica a niveles moderados de presión y estrés puede provocar una úlcera, por ejemplo, una úlcera en el pie.

Las úlceras por presión afectan aproximadamente a 2,5 millones de personas al año en Estados Unidos y a un número equivalente en la Unión Europea. En centros de cuidados intensivos y de larga duración, hasta el 25 % de los pacientes ancianos e inmóviles desarrollan úlceras por presión. Aproximadamente 60.000 pacientes estadounidenses mueren al año debido a infecciones y otras complicaciones derivadas de las úlceras por presión.

La mayoría de las úlceras por presión se producen sobre prominencias óseas, donde hay menos tejido para la compresión y se altera el gradiente de presión dentro de la red vascular. Las úlceras por presión se clasifican en uno de seis estadios, que varían desde la fase más temprana reconocida actualmente, en la que la piel permanece intacta pero puede aparecer enrojecida sobre una prominencia ósea (estadio 1), hasta un estadio en el que el tejido está roto y el hueso, el tendón o el músculo está expuesto (estadio 4), a una lesión profunda por presión tisular que muestra una decoloración roja, granate o púrpura intensa no blanqueable, y hasta un estadio en el que hay pérdida de piel y tejido en todo su espesor (no estadificable). Detectar las úlceras por presión antes de que la piel se rompa y tratarlas para evitar su progresión a estadios posteriores es uno de los objetivos de los responsables políticos y asistenciales de las principales economías. La mayoría de las úlceras por presión pueden prevenirse, y si se detectan antes del primer estadio de ulceración, se puede detener el deterioro del tejido subyacente.

Detectar el daño tisular antes de que la piel se rompa e intervenir con la terapia adecuada para evitar un mayor deterioro del tejido subyacente es deseable no sólo para el paciente, sino para la sociedad. El coste promedio del tratamiento de los daños inducidos por la presión en el primer signo visible (una úlcera de estadio 1) es de solo 2.000 \$, pero se eleva a 129.000 \$ cuando la úlcera es lo suficientemente profunda como para exponer el músculo o el hueso (una úlcera de estadio 4). Véase, p. ej., Brem, H. *et al.* (2010). High Cost of Stage IV Pressure Ulcers. *Am. J. Surg.* Oct; 200 (4): 473-477. En la actualidad, los pacientes reciben normalmente prevención universal de las úlceras por presión, lo que significa que la prevención no se dirige a cualquiera de los sitios anatómicos en particular. Los pacientes sólo reciben un tratamiento específico, localizado, de la úlcera después de que la úlcera por presión se haya desarrollado hasta el punto de que pueda identificarse mediante una valoración visual. La norma actual para detectar las úlceras por presión es la inspección visual, que es subjetiva, poco fiable, inoportuna y carece de especificidad. Véase, p. ej., Pancorbo-Hidalgo P. *et al.* (2006). Risk assessment scales for pressure ulcer prevention: a systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 54, 94-110; García-Fernández, F. P. (2014). Predictive Capacity of Risk Assessment Scales and Clinical Judgment for Pressure Ulcers: A Meta-analysis. *Journal of wound, Ostomy and Continence Nursing* 41, 24-34. Por lo tanto, incluso cuando el paciente experimenta una inflamación de la piel, un precursor del desarrollo de úlceras, él o ella no recibiría ningún tratamiento específico, localizado de la úlcera en desarrollo. En su lugar, la inflamación continuaría desarrollándose hasta convertirse en una úlcera completa.

Los daños y lesiones cutáneas también pueden proceder de determinados tipos de intervenciones quirúrgicas, por ejemplo, cirugía reconstructiva con colgajos de piel, seccionarán los vasos sanguíneos del área operada o sus alrededores. La cicatrización del tejido dañado o separado depende del restablecimiento de un flujo sanguíneo adecuado en toda el área dañada. Determinar si un área de tejido está cicatrizando, es decir, que el flujo sanguíneo a través del tejido está aumentando hasta un nivel normal, es difícil de realizar mediante inspección visual. Los equipos existentes pueden medir determinados atributos, tal como el nivel de oxigenación de la sangre, que, en el mejor de los casos, son mediciones indirectas del flujo sanguíneo.

La fluoresceína se utiliza desde hace más de 40 años para valorar clínicamente la vascularización de los colgajos. La fluoresceína emite una fluorescencia amarillo-verde (510-600 nm) cuando es excitada por la luz ultravioleta (UV). Los tejidos con buen flujo sanguíneo aparecerán de color amarillo brillante, mientras que las áreas sin flujo sanguíneo aparecerán de color azul oscuro. La fluoresceína suele administrarse en una inyección en bolo de 500-1000 mg. Después de esperar 20-30 min, el tejido puede valorarse con una lámpara UV. Este método tarda 30 minutos en aplicarse y solo puede utilizarse cada 8 horas.

La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) se utiliza para determinar la relación de hemoglobina oxigenada y desoxigenada probando longitudes de onda específicas de luz (760 nm y 830 nm) y midiendo la cantidad de luz reflejada o transmitida. En la actualidad existen dispositivos que proporcionan imágenes que muestran la oxigenación local de la superficie de la piel. Aunque se trata de un dato clínico importante, no revela el nivel real de perfusión del tejido ni separa la condición del tejido superficial de la condición de las capas más profundas del tejido.

En la actualidad se utilizan clínicamente dos tipos de instrumentos Doppler. La primera es la ecografía Doppler, que detecta el desfase del sonido reflejado para medir la velocidad de los elementos en movimiento, que se supone que son los glóbulos rojos de un vaso sanguíneo. El segundo es el láser Doppler, que detecta el desfase de la luz reflejada para detectar la velocidad de los glóbulos rojos. Estos métodos se limitan a valorar el flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos más grandes y no pueden valorar la perfusión en las arteriolas y capilares más finos.

Sumario

Se proporcionan métodos sistemáticos usando mediciones no invasivas, objetivas para identificar la aparición del riesgo de úlcera por presión antes de que se produzcan daños cutáneos visibles, seguido de la administración de una intervención individualizada en anatomía específica. Se proporcionan métodos sistemáticos usando mediciones no invasivas, objetivas para identificar la aparición de una úlcera por presión antes de que se produzcan daños cutáneos visibles, seguido de la administración de una intervención individualizada en anatomía específica. Además, se proporcionan métodos para monitorizar la progresión de la cicatrización de las heridas y la consistencia del cumplimiento de la intervención.

En un aspecto, la presente invención se refiere a un aparato para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente, tal y como se define en la reivindicación independiente 1 adjunta. El documento US 2009/326346 A1 divulga un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente. El método incluye la etapa de emitir luz en la piel del paciente en una primera ubicación de la piel del paciente. La luz tiene una primera longitud de onda y una segunda longitud de onda. El método también incluye las etapas de recibir una porción de la luz emitida que ha sido reflejada desde el tejido, medir una primera intensidad de luz recibida a la primera longitud de onda y una segunda intensidad de luz recibida a la segunda longitud de onda, determinar un primer valor de suma de la primera y segunda intensidades de la luz recibida.

En un aspecto, la presente invención se refiere a un aparato para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente, tal y como se define en la reivindicación independiente 12 adjunta. El aparato incluye un emisor configurado para emitir selectivamente luz a una primera longitud de onda o emitir luz a una segunda longitud de onda, una cámara configurada para formar una primera imagen de la luz reflejada a la primera longitud de onda y una segunda imagen de la luz reflejada a la segunda longitud de onda, y un sustrato acoplado al emisor y a la cámara. El sustrato puede colocarse de tal manera que la luz emitida por el emisor ilumine una porción de la piel del paciente que está dentro de un campo visual de la cámara. El aparato incluye también una pantalla y un procesador que está acoplado a la cámara y a la pantalla y configurado para recibir la primera y la segunda imágenes, formar una tercera imagen que es una suma de la primera y la segunda imágenes, y proporcionar la tercera imagen en la pantalla. El documento US 2016/270672 A1 divulga un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 12.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para reducir la incidencia del desarrollo de heridas en pacientes ingresados en un centro asistencial, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en el centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende realizar una primera pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente en una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de desarrollo de heridas, calcular un primer valor delta desde una porción de la primera pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el primer valor delta supera un primer umbral, administrar una primera

intervención de nivel 0 si el primer valor delta no supera el primer umbral, y administrar una intervención de nivel N si el primer valor delta supera el primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de desarrollo de heridas se seleccionan del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de formación de heridas comprende uno o más sitios anatómicos en contacto prolongado con un dispositivo médico, y se selecciona del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para reducir la incidencia del desarrollo de heridas en pacientes ingresados en un centro asistencial, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en el centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende realizar una primera pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente en una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de desarrollo de heridas, determinar si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima o es igual al primer umbral, y administrar una intervención de nivel N si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de desarrollo de heridas se seleccionan del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo con riesgo de formación de heridas comprende uno o más sitios anatómicos en contacto prolongado con un dispositivo médico, y se selecciona del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para estratificar grupos de pacientes en un centro asistencial basándose en el riesgo de desarrollo de heridas, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en cada uno de los pacientes en una o más ubicaciones del cuerpo seleccionadas para monitorizar, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión para cada uno de los pacientes, determinar si cada valor delta supera cualquiera de los valores de un conjunto de valores umbral correspondientes a N niveles de atención y asignar un nivel de atención a cada uno de los pacientes, y reordenar el grupo de pacientes basándose en cada uno de los niveles de atención asignados al paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para su monitorización se seleccionan del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para la vigilancia comprenden uno o más sitios anatómicos en contacto a largo plazo con un dispositivo médico, y se seleccionan del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para estratificar grupos de pacientes en un centro asistencial basándose en el riesgo de desarrollo de heridas, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en cada uno de los pacientes en una o más ubicaciones del cuerpo seleccionadas para monitorizar, determinar si cada una de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de cualquiera de los valores de un conjunto de valores umbral correspondientes a N niveles de atención y asignar un nivel de atención a cada uno de los pacientes, y reorganizar el grupo de pacientes basándose en cada uno de los niveles de atención asignados al paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para su monitorización se seleccionan del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para la vigilancia comprenden uno o más sitios anatómicos en contacto a largo plazo con un dispositivo médico, y se seleccionan del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y proporcionar un nivel adecuado de cuidados a un paciente basándose en una pluralidad de mediciones de la perfusión sanguínea del tejido situado debajo de la piel de un paciente. En un aspecto, se proporciona a un paciente una intervención anatómica específica basándose en una pluralidad de mediciones de la perfusión sanguínea del tejido situado debajo de la piel del paciente. En un aspecto, el paciente recibe intervenciones terapéuticas cada vez más intensivas basándose en los cambios en las mediciones de la perfusión. En un aspecto, un paciente recibe intervenciones terapéuticas menos intensivas basándose en los cambios en las mediciones de la perfusión.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y proporcionar un nivel adecuado de cuidados a un paciente basándose en una pluralidad de mediciones de la oxigenación de la sangre (SpO₂) del tejido situado debajo de la piel de un paciente. En un aspecto, se proporciona a un paciente una intervención anatómica específica basándose en una pluralidad de mediciones de SpO₂ del tejido situado debajo de la piel de un paciente. En un aspecto, un paciente recibe intervenciones terapéuticas cada vez más intensivas basándose en los cambios en las mediciones de SpO₂. En un aspecto, un paciente recibe intervenciones terapéuticas menos intensivas basándose en los cambios en las mediciones de SpO₂.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para valorar a un paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar mediciones iniciales de la perfusión sanguínea de una ubicación del cuerpo seleccionada para su monitorización, y asignar al paciente una categoría de riesgo seleccionada de un grupo que

comprende una pluralidad de categorías de riesgo, donde la asignación se basa parcialmente en las mediciones iniciales de perfusión de la ubicación del cuerpo.

5 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para valorar a un paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar mediciones iniciales de SpO₂ de una ubicación del cuerpo seleccionada para su monitorización, y asignar al paciente a una categoría de riesgo seleccionada de un grupo que comprende una pluralidad de categorías de riesgo, donde la asignación se basa parcialmente en las mediciones iniciales de SpO₂ de la ubicación del cuerpo.

10 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de gestión de los cuidados de un paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una evaluación inicial del paciente y tomar un conjunto inicial de mediciones de perfusión en todas las ubicaciones del cuerpo seleccionadas para su monitorización en el momento del ingreso en un centro asistencial, calcular un valor delta inicial para cada ubicación del cuerpo seleccionada para su monitorización, determinar que las mediciones de un paciente son anormales y establecer un nivel de intervención en
15 N=1 si cualquier valor delta inicial es mayor o igual que un primer umbral, implementar una intervención de nivel N para cada ubicación del cuerpo que tenga un valor delta mayor o igual que el primer umbral, y realizar mediciones de perfusión sanguínea de todas las ubicaciones del cuerpo con una frecuencia de nivel N y calcular nuevos valores delta. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para su monitorización se seleccionan del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia
20 ósea de un paciente. En un aspecto, una o más ubicaciones del cuerpo para la vigilancia comprenden uno o más sitios anatómicos en contacto a largo plazo con un dispositivo médico, y se seleccionan del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen.

25 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de gestión de los cuidados de un paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una evaluación inicial del paciente y tomar un conjunto inicial de mediciones de SpO₂ en todas las ubicaciones del cuerpo seleccionadas para su monitorización al ingreso en un centro asistencial, determinar que las mediciones de un paciente son anormales y establecer un nivel de intervención en N=1 si cualquiera de las mediciones iniciales de SpO₂ es inferior a un primer umbral, implementar una intervención de nivel N para cada ubicación del cuerpo que tenga una medición de SpO₂ inferior al primer umbral, y realizar mediciones de
30 SpO₂ de todas las ubicaciones del cuerpo con una frecuencia de nivel N.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente con riesgo de daño tisular, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en un centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende la realización de una
35 primera pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente, calcular un primer valor delta desde una porción de la primera pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el primer valor delta supera un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si el primer valor delta no supera el primer umbral, y administrar una primera intervención de nivel N si el primer valor delta supera el primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto adicional, la presente divulgación prevé, e incluye, realizar una segunda
40 pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente con una primera frecuencia predeterminada correspondiente al nivel de intervención administrada, calcular un segundo valor delta desde una porción de la segunda pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el segundo valor delta supera un segundo umbral, continuar administrando la primera intervención si el segundo valor delta no supera el segundo umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con la primera frecuencia predeterminada si el segundo valor delta no supera el segundo
45 umbral, administrar una segunda intervención de nivel M si el segundo valor delta supera el segundo umbral, donde M es un número entero y M es mayor que N, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión a una segunda frecuencia predeterminada correspondiente al nivel M si el segundo valor delta supera el segundo umbral. En otro aspecto más, la presente divulgación prevé, e incluye, determinar si el segundo valor delta es inferior a un tercer umbral, administrar una intervención de nivel-(N - 1) si el segundo valor delta es inferior al tercer umbral y si la primera
50 intervención no es de nivel-0, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel-(N - 1) si el segundo valor delta es inferior al tercer umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente con riesgo de daño tisular, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en un centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende realizar una primera
55 pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente, determinar si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ es mayor o igual que el primer umbral, y administrar una primera intervención de nivel N si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto adicional, la presente divulgación prevé, e incluye, realizar una segunda pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente con una primera frecuencia predeterminada correspondiente al nivel de intervención administrada, calcular un valor delta de tiempo basado en las diferencias entre la primera pluralidad y la segunda pluralidad de mediciones de SpO₂, determinar si el valor delta de tiempo es una
60 disminución que supera un segundo umbral, continuar administrando la primera intervención si el valor del delta de tiempo no supera el segundo umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con la primera frecuencia predeterminada si el valor delta de tiempo no supera el segundo umbral, administrar una segunda

- intervención de nivel M si el valor del delta de tiempo es una disminución superior al segundo umbral, donde M es un número entero y M es mayor que N, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ a una segunda frecuencia predeterminada correspondiente al nivel M si el valor delta del tiempo es una disminución que supera el segundo umbral. En otro aspecto más, la presente divulgación prevé, e incluye, determinar si el valor del delta de tiempo es un incremento superior a un tercer umbral, administrar una intervención de nivel (N - 1) si el valor delta de tiempo es un aumento que supera el tercer umbral y si la primera intervención no es de nivel 0, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel (N - 1) si el valor delta de tiempo es un aumento que supera el tercer umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para ralentizar la progresión del daño cutáneo y tisular en un paciente que lo necesite, comprendiendo el método las etapas de: identificar una intervención actual de nivel K recibida por el paciente, realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un primer umbral, continuar administrando la intervención actual si el valor delta no supera el primer umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel K si el valor delta no supera el primer umbral, administrar una nueva intervención de nivel N si el valor delta supera el primer umbral, donde N tiene un valor superior a K, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel N si el valor delta supera el primer umbral. En un aspecto adicional, la presente divulgación prevé, e incluye, determinar si el valor delta es inferior a un segundo umbral, administrar una intervención de nivel L si el valor delta es inferior al segundo umbral, donde L tiene un valor no negativo inferior a K, y efectuar una pluralidad de mediciones de perfusión a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel L si el valor delta es inferior al segundo umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para ralentizar la progresión del daño cutáneo y tisular en un paciente que lo necesite, comprendiendo el método las etapas de: identificar una intervención actual de nivel K recibida por el paciente, realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente, determinar si cualquiera de una pluralidad de mediciones de SpO₂ supera un primer umbral, continuar administrando la intervención actual si la pluralidad de mediciones de SpO₂ se encuentran dentro de un intervalo umbral correspondiente al nivel-K, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel K si el valor delta está dentro de un intervalo umbral correspondiente al nivel K, administrar una nueva intervención de nivel N si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del primer intervalo umbral, donde N tiene un valor mayor que K, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel N si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del primer intervalo umbral. En un aspecto adicional, la presente divulgación prevé, e incluye, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K, administrar una intervención de nivel L si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K, donde L tiene un valor no negativo menor que K, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel L si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema de barrera en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema de barrera en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada dos horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada hora si el valor delta supera el umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de

mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

5 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde
10 N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada media hora si el valor delta supera el umbral.

15 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema
20 tópica en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada media hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

25 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una bota para el talón en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde
N es mayor o igual a 2, administrar una bota para el talón en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada media hora si el valor delta supera el umbral.

30 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una bota para el talón en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una bota
35 para el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada media hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

40 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema barrera en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde
N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el sacro del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada seis horas si el valor delta supera el umbral.

45 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema barrera en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema
50 de barrera en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada seis horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

55 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente si el valor
delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada cuatro horas si el valor delta supera el umbral.

60 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está
65 por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada cuatro horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el sacro del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada dos horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de ultrasonidos terapéuticos, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar ultrasonidos terapéuticos en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de ultrasonidos terapéuticos, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar ultrasonidos terapéuticos en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de la terapia de ondas de choque, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar terapia de ondas de choque en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, la terapia con ondas de choque se administra mediante pulsos electromagnéticos o aire a presión.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de la terapia de ondas de choque, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar terapia de ondas de choque en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, la terapia con ondas de choque se administra mediante pulsos electromagnéticos o aire a presión.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una cuña de 30 grados, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una cuña de 30 grados en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una cuña de 30 grados, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una cuña de 30 grados en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una

oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de un apósito compuesto, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar un apósito compuesto en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de un apósito compuesto, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar un apósito compuesto en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita un colchón híbrido, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón híbrido para soportar al paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de un colchón híbrido, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón híbrido para soportar al paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita un colchón dinámico, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón dinámico para soportar al paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de un colchón dinámico, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón dinámico para soportar al paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un aparato para identificar tejido dañado, comprendiendo el aparato: un dispositivo de medición de la perfusión de la presente divulgación para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente; un procesador acoplado electrónicamente al dispositivo de medición de la perfusión y configurado para recibir la información del dispositivo de medición de la perfusión y convertir la información relativa a la luz reflejada medida en un valor de perfusión; y un medio no transitorio legible por ordenador acoplado electrónicamente al procesador y que comprende instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecuta en el procesador, realiza la etapa de: determinar una diferencia entre un primer valor de perfusión correspondiente a una medición efectuada en una primera ubicación de la piel del paciente y un segundo valor de perfusión correspondiente a una medición efectuada en una segunda ubicación de la piel del paciente, donde la segunda ubicación es bisimétrica con respecto a la primera ubicación.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona un aparato para identificar tejido dañado, comprendiendo el aparato: un sustrato configurado para ser colocado contra una superficie de la piel de un paciente; un dispositivo de

medición de la perfusión de la presente divulgación para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente, que comprende una pluralidad de emisores y una pluralidad de receptores que están dispuestos en el sustrato en una pluralidad de posiciones respectivas; un procesador acoplado electrónicamente al dispositivo de medición de la perfusión y configurado para recibir información relativa a las mediciones de la luz reflejada desde la pluralidad de receptores y convertir la información en una pluralidad respectiva de valores de perfusión; y un medio no transitorio legible por ordenador acoplado electrónicamente al procesador y que comprende instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecuta en el procesador, realiza las etapas de: identificar, entre la pluralidad de valores de perfusión, un primer receptor y un segundo receptor situados en una primera y una segunda posiciones bisimétricas entre sí con respecto a la piel del paciente, y comparar un primer valor de perfusión asociado al primer receptor con un segundo valor de perfusión asociado al segundo receptor.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona un aparato para identificar tejido dañado, comprendiendo el aparato: un cuerpo de aparato; al menos un emisor; un primer receptor y un segundo receptor, donde los dos receptores están dispuestos en el cuerpo del aparato para permitir el posicionamiento simultáneo del primer receptor en una primera ubicación de la piel del paciente y del segundo receptor en una segunda ubicación bisimétrica con respecto a la primera ubicación; un procesador acoplado electrónicamente a los dos receptores y configurado para recibir una primera medición de la luz reflejada desde una primera ubicación y una segunda medición de la luz reflejada desde una segunda ubicación, y para convertir la primera medición de la luz reflejada en un primer valor de perfusión y la segunda medición de la luz reflejada en un segundo valor de perfusión; un medio no transitorio legible por ordenador acoplado electrónicamente al procesador y que contiene instrucciones que, cuando se ejecuta en el procesador, realizan la etapa de determinar una diferencia entre el primer valor de perfusión y el segundo valor de perfusión.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona un método para identificar el tejido dañado, comprendiendo el método: obtener un primer valor de perfusión a partir de una primera ubicación en la piel de un paciente; obtener un segundo valor de perfusión a partir de una segunda ubicación que es bisimétrica con respecto a la primera ubicación; determinar una diferencia entre un primer valor de perfusión y un segundo valor de perfusión.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de perfusión en una única ubicación en tiempos incrementales, calcular una pendiente entre el último valor de perfusión y el valor de perfusión inmediatamente anterior, comparar esta pendiente con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la pendiente supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de perfusión en una pluralidad de ubicaciones en tiempos incrementales, calcular un valor delta para la pluralidad de valores de perfusión para cada tiempo, calcular una pendiente entre el último valor delta y el valor delta inmediatamente anterior, comparar esta pendiente con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la pendiente supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de perfusión en una pluralidad de ubicaciones en tiempos incrementales, calcular un valor delta para la pluralidad de valores de perfusión para cada tiempo, calcular una derivada entre el último valor delta y el valor delta inmediatamente anterior, comparar esta derivada con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la derivada supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de perfusión en una única ubicación en cada uno de una pluralidad de tiempos incrementales, calcular un valor delta de perfusión para cada tiempo incremental, ajustar una curva a un número predeterminado de los valores delta de perfusión más recientes, calcular la curvatura de la curva ajustada, comparar esta curvatura con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la curvatura supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de SpO_2 en una única ubicación en tiempos incrementales, calcular una pendiente entre el último valor de SpO_2 y el valor de SpO_2 inmediatamente anterior, comparar esta pendiente con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la pendiente supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de SpO_2 en una única ubicación en tiempos incrementales, calcular una derivada entre el último valor de SpO_2 y el valor de SpO_2 inmediatamente anterior, comparar esta derivada con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la derivada supera el valor umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para detectar daños tisulares antes de que sean visibles en la piel de un paciente, que comprende: medir una pluralidad de valores de SpO_2 en una única ubicación en

cada uno de una pluralidad de tiempos incrementales, calcular un valor promedio para cada tiempo incremental, ajustar una curva a un número predeterminado de los valores promedio de SpO_2 más recientes, calcular la curvatura de la curva ajustada, comparar esta curvatura con un valor umbral, y determinar que existe daño tisular si la curvatura supera el valor umbral.

5

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos de la divulgación se describen en el presente documento, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. A continuación, con referencia específica a los dibujos en detalle, se enfatiza que los detalles que se muestran son a modo de ejemplo y son con fines de análisis ilustrativo de aspectos de la divulgación. En este sentido, la descripción y los dibujos, considerados solos y conjuntamente, demuestran a los expertos en la materia cómo pueden ponerse en práctica algunos aspectos de la divulgación.

10

La Figura 1 representa el tejido que rodea a una nalga.

15

Las Figuras 2A y 2B representan un colgajo de piel creado como parte de una cirugía de reconstrucción mamaria.

La Figura 3 es un gráfico representativo del espectro de absorción de la hemoglobina oxigenada y desoxigenada.

La Figura 4 representa un diagrama de bloques de un ejemplo de dispositivo de medición de la perfusión, de acuerdo con la presente divulgación.

20

La Figura 5 representa una configuración ilustrativa de un dispositivo de medición de la perfusión, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 6 representa una sección transversal de tejido que muestra cómo la luz emitida es reflejada por el tejido, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 7 representa las señales emitidas y detectadas de un sistema de ejemplo, de acuerdo con la presente divulgación.

25

La Figura 8 representa las trayectorias de la luz reflejada con una fuente gran angular, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 9 representa la señal emitida y las señales detectadas de un sistema similar al de la Fig. 8, de acuerdo con la presente divulgación.

30

Las Figuras 10A y 10B representan las señales detectadas de luz reflejada a partir de hemoglobina oxigenada y desoxigenada, de acuerdo con la presente divulgación.

Las Figuras 11A y 11B representan las señales detectadas de luz reflejada a partir de hemoglobina oxigenada y desoxigenada a lo largo de una línea que atraviesa una herida, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 11C es un gráfico de puntos comparativos de las curvas de las Figs. 11A y 11B, de acuerdo con la presente divulgación.

35

La Figura 11D representa un ejemplo de herida y un mapa ilustrativo de la línea de mediciones del trazado de la Figura 11C, de acuerdo con el sistema de la presente divulgación.

La Figura 11E representa un ejemplo de gráfico de valores de suma de perfusión tomados a través de una herida diferente, de acuerdo con la presente divulgación.

40

Las Figuras 12A, 12B, 12C y 12D representan ejemplos de los aparatos divulgados, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 13 es un diagrama de flujo de un método ilustrativo de medición de la perfusión, de acuerdo con la presente divulgación.

45

La Figura 14 representa un ejemplo de un proceso global para seleccionar un tratamiento para una herida basado en mediciones de perfusión, donde el proceso abarca el período de tiempo a partir del ingreso de un paciente en un centro asistencial hasta el alta del paciente del centro asistencial, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 15 es una ilustración de un proceso de selección de un nivel de intervención y monitorización basado en la cantidad en que un valor delta derivado de mediciones de perfusión supera un valor umbral de acuerdo con la presente divulgación.

50

La Figura 16 es un ejemplo de una matriz de orientación del flujo de trabajo en la que el nivel actual de intervención y el nuevo valor delta se utilizan para seleccionar el nuevo nivel de intervención de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 17 es un ejemplo de gráfico de un cambio de valor delta a lo largo del tiempo para un único paciente en una única ubicación de herida de acuerdo con la presente divulgación.

55

Las Figuras 18A y 18B son ejemplos de métodos de mapeo de áreas de daño tisular de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 19A es un ejemplo de una trayectoria de decisión terapéutica recomendada actualmente para prevenir las úlceras por presión en pacientes hospitalizados utilizando una combinación de valoración de riesgo y valoración visual.

60

La Figura 19B es un ejemplo de una trayectoria de decisión terapéutica aumentada actual para impedir las úlceras por presión, tal como se aplica actualmente en algunos centros sanitarios.

La Figura 20 es un diagrama de flujo a modo de ejemplo de cómo puede usarse un aparato para valorar la perfusión de sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente en un proceso autónomo para impedir las úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación.

65

La Figura 21 es un diagrama de flujo de ejemplo de cómo puede utilizarse un aparato para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel de un paciente como complemento para mejorar aún más la trayectoria de decisión de tratamiento aumentada de la Figura 19B, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 22A proporciona un ejemplo de un par de ubicaciones bisimétricas en una región sacra según la presente divulgación.

La Figura 22B proporciona un ejemplo de un par de ubicaciones bisimétricas en la cara inferior de ambos pies según la presente divulgación.

La Figura 22C proporciona un ejemplo de un par de ubicaciones bisimétricas en las caras laterales y plantas de ambos pies según la presente divulgación.

La Figura 23A ilustra ubicaciones en los pies izquierdo y derecho para mediciones de perfusión según la presente divulgación.

La Figura 23B es un gráfico de valores de perfusión asociados a ubicaciones relativas conocidas para identificar ubicaciones bisimétricas según la presente divulgación.

La Figura 24 representa un sistema integrado de medición, evaluación, almacenamiento y transferencia de los valores de perfusión, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 25 representa los valores de perfusión a lo largo del tiempo en pacientes con riesgo de desarrollar úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 26 representa los valores delta de perfusión a lo largo del tiempo para los pacientes que desarrollan úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 27 representa los valores de perfusión y los valores delta a lo largo del tiempo para los pacientes que desarrollan úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 28 representa ejemplos de valores delta de perfusión a lo largo del tiempo para pacientes que desarrollan úlceras por presión en los talones, de acuerdo con la presente divulgación.

Las Figuras 29A, 29B, 29C y 29D ilustran varios puntos de presión en el cuerpo de un paciente en diferentes posiciones.

Descripción detallada

No se pretende que esta descripción sea un catálogo detallado de todas las diferentes vías mediante las cuales puede implementarse la divulgación, ni de todas las características que pueden añadirse a la presente divulgación. Por ejemplo, las características ilustradas con respecto a una realización pueden incorporarse en otras realizaciones y las características ilustradas con respecto a una realización particular pueden eliminarse de esa realización. Por tanto, la divulgación contempla que, en algunas realizaciones de la divulgación, pueda excluirse u omitirse cualquier característica o combinación de características expuestas en el presente documento. Adicionalmente, numerosas variaciones y adiciones a las diversas realizaciones sugeridas en el presente documento serán evidentes para los expertos en la materia a la luz de la presente divulgación, que no se apartan de la presente divulgación. En otros casos, las estructuras, interfaces y procesos no se han mostrado en detalle para no obstaculizar innecesariamente la invención. Se prevé que ninguna parte de esta memoria descriptiva se interprete como una desautorización de ninguna parte del alcance total de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, las siguientes descripciones pretenden ilustrar algunas realizaciones particulares de la divulgación, y no especificar de forma exhaustiva todas las permutaciones, combinaciones y variaciones de las mismas.

A menos que se defina de otra manera, todas las expresiones/términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el que entiende habitualmente un experto en la materia a la que pertenece la presente divulgación. La terminología utilizada en la descripción de la divulgación del presente documento únicamente tiene el fin de describir aspectos o realizaciones particulares y no debe considerarse limitante de la divulgación.

Las técnicas empleadas en el presente documento pretenden referirse a las técnicas tal como se entienden comúnmente en la técnica, incluidas las variaciones en estas técnicas o sustituciones de técnicas equivalentes que serán evidentes para un experto en la técnica.

A menos que el contexto lo indique de otro modo, se pretende específicamente que las diversas características de la divulgación descritas en el presente documento se puedan usar en cualquier combinación. Asimismo, la presente divulgación también contempla que en algunas realizaciones de la divulgación, pueda excluirse u omitirse cualquier característica o combinación de características expuestas en el presente documento.

Los métodos divulgados en el presente documento incluyen y comprenden una o más etapas o acciones para lograr el método descrito. Las etapas y/o acciones del método pueden intercambiarse entre sí sin desviarse del alcance de la presente divulgación. En otras palabras, a menos que se requiera un orden específico de etapas o acciones para la correcta operación de la realización, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas pueden modificarse sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

Tal como se usa en la descripción de la divulgación y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular "un/uno", "una", "el" y "la" pretenden incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente otra cosa.

Como se utiliza en el presente documento, "y/o" se refiere y abarca todas y cada una de las combinaciones posibles de uno o más de los elementos enumerados asociados, así como la ausencia de combinaciones cuando se interpreta en la alternativa ("o").

Los términos "sobre" y "aproximadamente", tal como se usa en el presente documento, se refieren a un valor medible como una longitud, una frecuencia, o un valor de perfusión y similares, pretenden abarcar variaciones del $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 0,5\%$ o incluso del $\pm 0,1\%$ de la especificada cantidad.

Como se utiliza en el presente documento, expresiones como "entre X e Y" y "entre aproximadamente X e Y" deben interpretarse para incluir X e Y. Como se utiliza en el presente documento, expresiones como "entre aproximadamente X e Y" significan "entre aproximadamente X y aproximadamente Y" y expresiones como "de aproximadamente X a Y" significan "de aproximadamente X a aproximadamente Y".

Como se utiliza en el presente documento, el término "ilustrativo" se usa en el presente documento con el significado de que sirve como un ejemplo, caso o ilustración. Cualquier realización o aspecto descritos en el presente documento como "ilustrativo" no deben interpretarse necesariamente como preferidos o ventajosos sobre otras realizaciones o aspectos, ni pretenden excluir estructuras y técnicas equivalentes conocidas por los expertos familiarizados con la materia. En lugar de ello, el uso de la palabra ilustrativo está previsto para presentar conceptos de manera concreta, y la materia objeto divulgada no está limitada por tales ejemplos.

Como se utiliza en el presente documento, el término "paciente" comprende tanto sujetos humanos como animales.

Como se utiliza en el presente documento, el término "piel" indica la superficie del cuerpo de un paciente.

Como se utiliza en el presente documento, el término "tejido" incluye una pluralidad de capas del cuerpo del paciente empezando por el estrato córneo e incluyendo adicionalmente estructuras más profundas tales como la epidermis, la dermis, y una porción de tejido más profundo que incluye vasos sanguíneos. En un aspecto, tejido no incluye la superficie más externa del cuerpo del paciente.

Como se utiliza en el presente documento, el término "herida" se refiere al tejido dañado o lesionado, que puede o no ser visible en la superficie de la piel. Una herida puede estar abierta o cerrada. Una herida puede ser consecuencia de una intervención quirúrgica. Una herida puede ser una quemadura. En un aspecto, una herida es una úlcera por presión. En un aspecto adicional, la úlcera por presión es subcutánea. En un aspecto, una úlcera por presión es una úlcera por presión resultante de un período prolongado de uso de un dispositivo médico tal como, por ejemplo, una mascarilla, un tubo o una correa. En un aspecto, una herida es una úlcera de pie diabético. En un aspecto, una herida es una úlcera vascular.

Como se utiliza en el presente documento, el término "delta" se refiere a una diferencia calculada entre dos valores derivados de mediciones obtenidas aproximadamente al mismo tiempo de un sujeto. En un aspecto, cada uno de los valores es un valor de suma calculado a partir de mediciones obtenidas aproximadamente al mismo tiempo. En un aspecto, las mediciones se obtienen aproximadamente al mismo tiempo cuando se realizan dentro de aproximadamente una hora, tal como menos de aproximadamente 30 minutos, menos de aproximadamente 20 minutos, menos de aproximadamente 10 minutos, menos de aproximadamente 5 minutos, menos de aproximadamente 4 minutos, menos de aproximadamente 3 minutos, menos de aproximadamente 2 minutos, menos de aproximadamente 1 minuto o menos de aproximadamente 30 segundos.

Como se utiliza en el presente documento, el término "delta de tiempo" se refiere a una diferencia calculada entre dos valores derivados de mediciones obtenidas en momentos diferentes de un sujeto. En un aspecto, cada uno de los valores es un valor promedio calculado a partir de mediciones obtenidas aproximadamente al mismo tiempo. En un aspecto, cada uno de los valores es un valor de suma calculado a partir de mediciones obtenidas aproximadamente al mismo tiempo. En un aspecto, las mediciones se obtienen aproximadamente al mismo tiempo cuando se separan más de aproximadamente una hora, tal como más de aproximadamente 2 horas, tal como más de aproximadamente 3 horas, tal como más de aproximadamente 4 horas, tal como más de aproximadamente 5 horas, tal como más de aproximadamente 6 horas, tal como más de aproximadamente 8 horas, o tal como más de aproximadamente 10 horas.

Como se utiliza en el presente documento, las variables "K", "L", "M", y "N" son números enteros no negativos.

Como se utiliza en el presente documento, el término "anatomía específica" se refiere a la aplicación de intervenciones clínicas en las mismas ubicaciones en las que se realizan determinadas mediciones de perfusión o de SpO_2 .

Como se utiliza en el presente documento, un "sistema" puede ser un conjunto de dispositivos en comunicación por cable o inalámbrica entre sí.

Como se utiliza en el presente documento, "bisimétrico" se denomina a un par de ubicaciones que son aproximadamente equidistantes de una línea de simetría.

Como se utiliza en el presente documento, el término "cámara" comprende cualquier dispositivo que capta información independiente sobre una pluralidad de puntos distribuidos en un área bidimensional sin entrar en contacto con los puntos.

Como se utiliza en el presente documento, el término "luz" significa la energía electromagnética que tiene una longitud de onda dentro del intervalo de 1 picómetro a 1 metro. En un aspecto, este intervalo es de 1 nanómetro a 1 milímetro, abarcando la luz "ultravioleta", "visible" e "infrarroja". En un aspecto, este intervalo es de 10-390 nanómetros, que comúnmente se entiende como luz "ultravioleta". En un aspecto, este intervalo es de 390-700 nanómetros, que comúnmente se entiende como luz "visible". En un aspecto, este intervalo es de 700 nanómetros a 1 milímetro, que comúnmente se entiende como radiación "infrarroja". En un aspecto, este intervalo es de 700-900 nanómetros, que comúnmente se entiende como radiación "infrarroja cercana". En un aspecto, esta luz puede ser una banda estrecha de longitudes de onda de aproximadamente una longitud de onda en particular. En un aspecto, la longitud de onda particular es de 760 y/u 830 nanómetros.

Dentro de este documento, la identificación de la luz como poseedora de una determinada longitud de onda tiene el mismo significado que la identificación de la luz como poseedora de una determinada frecuencia, ya que la longitud de onda y la frecuencia de la luz guardan una relación única. La referencia a la frecuencia de la luz se considera equivalente e intercambiable con la referencia a la longitud de onda de la misma luz.

Como se utiliza en el presente documento, el término "método" comprende una secuencia de actividades, ej. etapas. En determinadas realizaciones, las etapas deben realizarse en un orden particular mientras que, en otras realizaciones, la secuencia de actividades puede intercambiarse. Un "método" se considera equivalente e intercambiable con un "proceso". En determinadas realizaciones, se omiten una o más etapas divulgadas.

Mediciones de perfusión y oxigenación

La Figura 1 representa el tejido alrededor de una quemadura 102 en el tejido 100 de un paciente. El tejido 100 tiene una capa de epidermis superficial 110, una capa de dermis 120, y una capa subcutánea 130. Los vasos sanguíneos 180 de la capa 130 conectan con las arteriolas 182 que penetran en las capas 120 y 110.

La nalga 102 tiene una región central 150 que es una "zona de necrosis", que es principalmente tejido muerto con un bajo contenido de humedad. Alrededor de la región 150 hay una región 160 que es una "zona de estasis", que es el tejido que se caracteriza por una disminución de la perfusión tisular. El tejido de la región 160 es potencialmente salvable y es de particular interés para un facultativo, ya que es el área de enfoque en el tratamiento de una quemadura. La siguiente región 170 es una zona de hiperemia en donde la perfusión tisular aumenta debido a que la producción local de mediadores inflamatorios en la región 170 provoca la dilatación de los vasos sanguíneos.

Las Figuras 2A y 2B representan un colgajo de piel 240 creado como parte de una cirugía de reconstrucción mamaria. En este ejemplo, se retira una sección de piel 210 de la espalda sobre el músculo dorsal ancho 220, tal como se muestra en la Fig. 2A. La piel 210 se coloca en la ubicación 240 para proporcionar una superficie adicional que cubra el implante 230, tal como se muestra en la Fig. 2B. La ubicación 222 en la Fig. 2B indica la ubicación de la que se retiró el colgajo 210.

La Figura 3 es un gráfico representativo 300 del espectro de absorción de la hemoglobina oxigenada 310 y la hemoglobina desoxigenada 312. La curva oxigenada 310 tiene un pico local 320 a 760 nanómetros, que crea una diferencia entre el máximo local de la curva 310 y la curva 312 en esta longitud de onda. A 830 nanómetros, la curva 310 tiene un mínimo local 322 que también crea un máximo local en la diferencia entre las curvas 310 y 312. Existen láseres que emiten luz con una longitud de onda en el intervalo de 760-830 nanómetros.

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de dispositivo de medición de la perfusión 400, de acuerdo con la presente divulgación. El dispositivo 400 comprende un procesador 440 que está conectado a una pantalla 410 y a una interfaz de usuario 480. El procesador 440 está también acoplado a una memoria 450, un módulo de comunicación 460, un emisor 420, y un receptor 430.

En un aspecto, la memoria 450 no es volátil y contiene instrucciones que, cuando se cargan y se ejecutan en el procesador 440, hacen que el procesador 440 ejecute una o más etapas de un proceso.

En un aspecto, el emisor 420 está configurado para emitir luz y el receptor 430 está configurado para detectar luz. En un aspecto, el receptor 430 proporciona una señal al procesador 440 que comprende información sobre la luz recibida. En un aspecto, esta información comprende uno o más datos seleccionados del grupo que comprende un valor de la intensidad de la luz detectada, una longitud de onda de la luz detectada, una temporización de la luz detectada y una duración de la luz detectada.

En un aspecto, el emisor 420 y/o el receptor 430 comprenden un filtro (no visible en la Fig. 4) que solo deja pasar la luz que tiene una longitud de onda dentro de uno o más intervalos definidos. En un aspecto, hay múltiples emisores 420 y/o múltiples receptores 430 que emiten y detectan luz a una longitud de onda común o a diferentes frecuencias. Por ejemplo, un primer emisor 420 emite luz a 760 nanómetros mientras que un segundo emisor 420 emite luz a 830 nanómetros. En un aspecto, un único emisor 420 emite luz tanto a 760 como a 830 nanómetros. Por ejemplo, un primer receptor 430 detecta la luz a 760 nanómetros, mientras que un segundo receptor 430 detecta la luz a 830 nanómetros.

nanómetros. En un aspecto, un único receptor detecta la luz tanto a 760 como a 830 nanómetros.

La Figura 5 representa una configuración ilustrativa de un dispositivo de medición de la perfusión 500, de acuerdo con la presente divulgación. El dispositivo 500 comprende un sustrato 502 al que están unidos un emisor 501 y una pluralidad de receptores 510, 512, 514, 516, 518 y 520. El receptor 510 está separado del emisor 501 por una primera distancia D1, mientras que los receptores 510 y 512 están separados por una segunda distancia D2. En un aspecto, el sustrato 502 es flexible, tal como se muestra en la Fig. 5. En otro aspecto, el sustrato 502 es rígido y/o comprende un elemento rígido.

La Figura 6 representa un corte transversal esquemático del tejido 601 que muestra cómo la luz emitida por el emisor 610 es reflejada por el tejido 601, de acuerdo con la presente divulgación. La luz 612A se emite a una primera intensidad. Parte de la luz 612A se refleja en una primera profundidad como luz 614A, mientras que el resto continúa como luz 612B. De manera similar, parte de la luz 612B se refleja a una segunda profundidad como luz 614B mientras que el resto continúa como luz 612C. En este ejemplo, una porción de la luz 612C se refleja como luz 614C mientras que el resto se pierde en el tejido más profundo 601.

Aún con referencia a la figura 6, los receptores 620, 622 y 624 están situados a distancias del emisor 610 de tal manera que reciben, respectivamente, la luz 614A, 614B y 614C. La intensidad de cada luz 614A, 614B, y 614C comprende información sobre el tejido a lo largo de toda la trayectoria respectiva desde el emisor 610 hasta el receptor en particular. En un aspecto, la información sobre la porción de la trayectoria de la luz 612B que está por debajo de la luz 612A y por encima de la luz 612C se extrae comparando la información sobre la luz detectada por el receptor 622 con una o ambas de las luces 614A y 614C que reciben los receptores 620 y 624. En un aspecto, esta comparación se realiza restando la intensidad de la luz recibida por el receptor 620 de la intensidad de la luz recibida por el receptor 622. En un aspecto, la información que se va a comparar comprende intensidades de una o más de las luces 614A, 614B y 614C.

La Figura 7 representa la señal emitida 710 y las señales detectadas 720, 730 y 740 de un ejemplo de sistema 700, de acuerdo con la presente divulgación. En este ejemplo, la señal 720 es detectada por un primer receptor y tiene un valor de pico 724, la señal 730 es detectada por un segundo receptor y tiene un valor de pico 734, y la señal 740 es detectada por un tercer receptor y tiene un valor de pico 744. Como se muestra en la Fig. 7, los valores de pico 724, 734 y 744 se desplazan en el tiempo desde el pulso emitido en relación con la longitud de la trayectoria de la luz desde el emisor hasta el receptor respectivo. En este ejemplo, las formas de onda de las señales 720, 730 y 740 tienen formas que reflejan la detección de luz que ha viajado por múltiples trayectorias diferentes desde el emisor hasta el receptor respectivo.

En un aspecto, las ventanas de tiempo 722, 732 y 742 se imponen a las señales 720, 730 y 740 para detectar únicamente la luz que ha recorrido una trayectoria definida desde el emisor hasta el receptor. En un aspecto, se imponen múltiples ventanas de tiempo (no mostradas en la Fig. 7) a una única señal para capturar información sobre la luz que ha viajado por diferentes trayectorias.

La Figura 8 muestra ejemplos de trayectorias 812A, 812B, y 812C de luz reflejada con una fuente gran angular en el emisor 810, de acuerdo con la presente divulgación. Una fuente gran angular emite luz sobre un ángulo sólido, por ejemplo, un cono de 30 grados. En un aspecto, este cono puede estar orientado verticalmente, es decir, perpendicular a la piel, mientras que en otro aspecto el cono puede estar en ángulo con la piel. En un aspecto, la luz emitida puede ser no simétrica alrededor de un eje.

Los haces de luz 812A, 812B, y 812C se emiten en ángulos diferentes. En un ejemplo de profundidad 830, por ejemplo, en la parte inferior de la capa de dermis 120, los haces de luz 814A, 814B y 814C se reflejan de forma difusa a partir de los respectivos haces 812A, 812B, y 812C hacia un receptor común 820. Del mismo modo en la profundidad 840, por ejemplo, en la parte inferior de la capa subcutánea 130, los haces 816A, 816B y 816C se reflejan hacia el mismo receptor 820. La luz detectada por el receptor 820 contiene información de tiempo e intensidad alrededor de la luz que ha seguido múltiples trayectorias desde el emisor 810.

La Figura 9 representa la señal emitida 910 y las señales detectadas 914A y 916C de un sistema similar al de la Fig. 8, de acuerdo con la presente divulgación. En este ejemplo, el emisor emite un pulso de luz 940 que comprende luz a dos frecuencias. La luz de la primera longitud de onda 914A se detecta como pulso 944A y la luz de la segunda longitud de onda se detecta como pulso 946C. En un aspecto, la temporización de los pulsos 944A y 946A se ajusta antes de sumarse. En otro aspecto, la temporización de los pulsos 944A y 946A no se ajusta antes de sumarse.

En un aspecto, las señales 914A y 916C se suman para formar la señal 920 que representa el tiempo y la intensidad de la luz reflejada a partir de la hemoglobina oxigenada y desoxigenada.

Las Figuras 10A y 10B representan las señales detectadas de luz reflejada en varios puntos situados a través de una herida a partir de la hemoglobina oxigenada 1020 y la hemoglobina desoxigenada 1010, de acuerdo con la presente divulgación. La Figura 10A es una representación de una señal continua real, mientras que la figura 10B es una representación de cálculos realizados con mediciones efectuadas en puntos discretos a lo largo de la misma línea.

En la Fig. 10B, en la ubicación 1030, el punto blanco 1050 es la relación entre las intensidades de las longitudes de onda oxigenadas y las desoxigenadas y se representa con referencia a la escala izquierda "oxigenación". En un aspecto, una relación de las intensidades de las longitudes de onda oxigenadas y desoxigenadas puede convertirse en un valor de SpO_2 , que indica el porcentaje de sangre oxigenada en un sitio local. En la misma ubicación 1030, el punto negro 1060 es la suma de las intensidades de las dos longitudes de onda y se representa con referencia a la escala derecha "perfusión". La información proporcionada por la suma 1060, que sugiere una perfusión de razonable a escasa en la ubicación 1030, ofrece una perspectiva diferente de la relación 1050, lo que sugiere un alto nivel de oxigenación. En la práctica, utilizando la metodología de relaciones existente, un nivel elevado de oxigenación suele considerarse un signo de buena perfusión, y viceversa. Sin embargo, en este ejemplo, los datos obtenidos para usar el método de la presente divulgación muestran que el área de alto nivel de oxigenación está en realidad poco perfundida, y el área de bajo nivel de oxigenación está en realidad muy bien perfundida.

Haciendo referencia a las Figs. 10B, en la ubicación 1040, la relación de oxigenación 1052 sugiere que los niveles de oxigenación son inferiores a los óptimos, mientras que la suma de perfusión 1062, que es la suma de las intensidades de las dos longitudes de onda, sugieren que la perfusión es buena. De nuevo, el suministro de información sobre la cantidad total de hemoglobina oxigenada y desoxigenada ofrece una perspectiva diferente de la simple relación entre una y otra.

Las Figuras 11A y 11B representan las señales detectadas de la luz reflejada a partir de la hemoglobina oxigenada 1101 y la hemoglobina desoxigenada 1102 a lo largo de una línea que atraviesa una herida, de acuerdo con la presente divulgación. Los puntos 1120, 1122, 1124, 1126 y 1128 son cinco ubicaciones identificadas a lo largo de la línea. En un aspecto, una línea que atraviesa una herida puede trazarse en cualquier dirección. En un aspecto, a lo largo de la línea se pueden identificar cualesquiera ubicaciones para la medición, por ejemplo, hasta 100 ubicaciones, tal como hasta 95 ubicaciones, hasta 90 ubicaciones, hasta 85 ubicaciones, hasta 80 ubicaciones, hasta 75 ubicaciones, hasta 70 ubicaciones, hasta 65 ubicaciones, hasta 60 ubicaciones, hasta 55 ubicaciones, hasta 50 ubicaciones, hasta 45 ubicaciones, hasta 40 ubicaciones, hasta 35 ubicaciones, hasta 30 ubicaciones, hasta 25 ubicaciones, hasta 20 ubicaciones, hasta 15 ubicaciones, hasta 10 ubicaciones, hasta 9 ubicaciones, hasta 8 ubicaciones, hasta 7 ubicaciones, hasta 6 ubicaciones, hasta 5 ubicaciones, hasta 4 ubicaciones, hasta 3 ubicaciones, hasta 2 ubicaciones o 1 ubicación. En un aspecto, las ubicaciones identificadas a lo largo de una línea se pueden separar aproximadamente por una equidistancia. En un aspecto, las ubicaciones identificadas a lo largo de una línea se pueden separar de forma desigual. En un aspecto, un subgrupo de ubicaciones identificadas a lo largo de una línea se puede separar por una distancia aproximadamente equidistante. En un aspecto, un subgrupo de ubicaciones identificadas a lo largo de una línea se puede separar desigualmente. En un aspecto, se pueden trazar múltiples líneas a través de una herida para realizar mediciones. En un aspecto, se pueden trazar hasta 100 líneas para las mediciones, tal como hasta 95 líneas, hasta 90 líneas, hasta 85 líneas, hasta 80 líneas, hasta 75 líneas, hasta 70 líneas, hasta 65 líneas, hasta 60 líneas, hasta 55 líneas, hasta 50 líneas, hasta 45 líneas, hasta 40 líneas, hasta 35 líneas, hasta 30 líneas, hasta 25 líneas, hasta 20 líneas, hasta 15 líneas, hasta 10 líneas, hasta 9 líneas, hasta 8 líneas, hasta 7 líneas, hasta 6 líneas, hasta 5 líneas, hasta 4 líneas, hasta 3 líneas, hasta 2 líneas o 1 línea. En un aspecto, las líneas trazadas a través de la herida pueden tener aproximadamente los mismos ángulos entre ellas. En un aspecto, las líneas trazadas a través de la herida pueden tener ángulos diferentes entre ellas. En un aspecto, un subgrupo de líneas trazadas a través de la herida puede tener aproximadamente los mismos ángulos entre ellas. En un aspecto, un subgrupo de líneas trazadas a través de la herida puede tener diferentes ángulos entre ellas.

La Figura 11C es un gráfico 1100 de los puntos comparativos 1120, 1122, 1124, 1126 y 1128 de las curvas 1101 y 1102 de las Figuras 11A y 11B, de acuerdo con la presente divulgación. Los puntos blancos 1130, 1132, 1134, 1136 y 1138 conectados por la línea de referencia 1131 son la relación de oxigenación (relación entre el valor de la curva 1101 y la curva 1102 en el punto de ubicación especificado) y se trazan con referencia al eje vertical izquierdo "oxigenación". Los puntos negros 1140, 1142, 1144, 1146, y 1148 conectados por la línea de referencia 1141 son los valores de la suma de las curvas 1101 y 1102 y se trazan con referencia al eje vertical derecho "perfusión".

En un aspecto, en la evaluación del estado de una herida mediante la inspección de las líneas 1131 y 1141, un facultativo podría llegar a distintas valoraciones del tamaño y de la condición de la herida basándose en la forma de las líneas 1131 y 1141. En este ejemplo, la información de perfusión de la línea 1141 sugiere una herida más pequeña, más estrecha, en comparación con la línea 1131. Si el facultativo procediera a intentar extirpar el tejido necrótico de la zona 150, con referencia a la Fig. 1, el facultativo puede extirpar más tejido si se guía por la línea 1131 que si se guía por la línea 1141. Esto puede provocar la eliminación involuntaria de parte del tejido de la zona de estasis 160, que puede aumentar la cicatrización y el estado final de la herida.

En este ejemplo, el punto de medición más exterior, mostrado como 1140 en la Fig. 11D, está fuera del área afectada de la herida y ninguna de las otras mediciones es mayor que el valor de la medición 1140, lo que indica que no se realizó ninguna medición en la zona de hiperemia. En referencia a la Fig. 11C, la línea 1150 representa el valor de suma mayor de las mediciones en las dos frecuencias en este ejemplo, que en este ejemplo es el valor de suma 1140. Si la línea de puntos de medición se extiende más allá del área visible del daño de la herida, es probable que el punto de medición más externo se encuentre sobre tejido sano no afectado. La medición en un punto sobre tejido sano constituye un valor de referencia con el que pueden compararse las mediciones en las áreas afectadas. De manera

similar, un valor de suma de mediciones realizadas a dos frecuencias en un punto sobre tejido sano forma un valor de suma de referencia. Como el tejido dañado tiene intrínsecamente una perfusión que varía de la normal, el aumento de la perfusión en la zona de hiperemia o la reducción de la perfusión en las zonas de estasis o necrosis, la comparación del valor de suma en un punto del área afectada alrededor de una herida con un valor de suma de tejido sano mejora la precisión de la valoración. La comparación de dos valores de suma tomados aproximadamente al mismo tiempo por la misma persona utilizando el mismo equipo elimina los factores de "modo común" que afectarían a todas las mediciones, como por ejemplo si el paciente está activo o inactivo, deshidratado o con pérdida general de sangre. La comparación del área afectada con una sana da una mejor idea del grado de daño.

Entre este valor de suma mayor y el valor de suma 1142 existe un valor delta 1152. Existen otros valores delta 1154, 1156 y 1158 entre el valor de suma mayor 1150 y los valores de suma individuales 1144, 1146 y 1148.

La Figura 11E representa un ejemplo de gráfico 1107 de valores de suma de perfusión tomados a través de una herida diferente (no mostrada), de acuerdo con la presente divulgación. Se ha tomado el valor de suma 1172 sobre tejido sano conocido. Se ha tomado el valor de suma 1174 más cerca de la herida y el aumento de valor, en comparación con el valor de 1174, es una indicación de que esta ubicación se encuentra en la zona de hiperemia. El valor casi nulo del valor de suma 1176 indica que es probable que se encuentre en la zona de necrosis. Los valores de 1178 y 1180, siendo inferior a 1172 y superior a 1176, indican que estos pueden estar en la zona de estasis. La forma de la curva 1182 orienta al médico sobre la naturaleza del tejido subyacente en los puntos de medición y entre ellos.

Si una ubicación de medición está dentro de la zona de hiperemia, el valor de suma puede ser superior al valor de suma del tejido sano. En este caso, el valor "línea de base" de la línea 1150 de la Fig. 11C puede seleccionarse como el punto más exterior, tal como la ubicación 1140 de la Fig. 11D, o desde un punto específicamente seleccionado como ubicación sobre tejido sano no afectado. En un aspecto, el valor de referencia con el que se comparan otros valores de suma es el valor asociado al tejido sano conocido, que puede no ser el valor de suma mayor.

En un aspecto, un usuario puede realizar mediciones repetidas para mapear la zona de hiperemia indicada por el valor de suma, p. ej. la perfusión, siendo superior a un valor de referencia tomado sobre tejido sano conocido. Las ubicaciones pueden captarse mediante un método manual, p. ej. marcando en un dibujo o foto de la herida, o mediante un sistema de detección de la ubicación, p. ej. utilizando un sistema de determinación de la ubicación basado en un acelerómetro 3D. Alternativamente, el dispositivo de medición de la perfusión puede incorporar una capacidad de marcado de tal manera que un usuario puede activar la aplicación de una marca en la piel. El usuario puede hacerlo manualmente. En un aspecto, el dispositivo de medición de la perfusión puede aplicar automáticamente la marca cuando el valor de la suma supera un umbral. El umbral puede establecerse mientras se realiza una medición de la perfusión en un tejido sano conocido. En un aspecto, el umbral puede ser introducido directamente por el usuario.

En el ejemplo de la Fig. 11E, se elegiría como valor de referencia el valor 1172 y se calcularían los valores delta para los valores de suma 1174, 1176, 1178 y 1180. En un aspecto, los valores delta se notificarían como valores positivos para el punto 1174 y negativos para los puntos 1176, 1178 y 1180. En un aspecto, la polaridad de los valores delta se invertiría. En un aspecto, solo se comunican los valores absolutos del delta.

En un aspecto, se realizan múltiples mediciones en una ubicación elegida y en cada longitud de onda seleccionada. En un aspecto, las mediciones múltiples tomadas en una ubicación elegida en cada longitud de onda seleccionada se promedian juntas antes de la suma de acuerdo con la presente divulgación. En un aspecto, cada conjunto de mediciones consiste en mediciones tomadas en una ubicación elegida en todas las longitudes de onda seleccionadas, primero se suman y, a continuación, se determina un valor promedio de suma promediando la suma obtenida de cada conjunto de mediciones.

En un aspecto, un valor delta se determina restando un valor de suma de un valor de base. En un aspecto, se selecciona un valor de referencia de acuerdo con el método del párrafo [0153]. En un aspecto, un valor de referencia se calcula mediante un promedio de los valores de suma obtenidos en ubicaciones situadas fuera de una herida. En un aspecto, un valor de referencia se calcula mediante un promedio de todos los valores de suma obtenidos tanto dentro como fuera de una herida. En un aspecto, un valor delta se determina restando un valor de suma promedio en un sitio de un valor de referencia. En un aspecto, un valor delta se determina restando el valor mínimo de suma en un sitio del valor de referencia. En un aspecto, un valor delta se determina restando el valor mínimo de suma en un sitio del valor máximo de suma. En un aspecto, se determina además un valor porcentual para cada valor de suma relativo a un valor de suma mayor en la serie de valores de suma.

La Figura 11D representa un ejemplo de herida 1105 y un mapa ilustrativo de la línea de mediciones del trazado de la figura 11C, de acuerdo con el sistema de la presente divulgación. Los puntos 1140, 1142, 1144, 1146 y 148 corresponden a las ubicaciones 1120, 1122, 1124, 1126 y 1128 de las Figs. 11A y 11B. La zona de necrosis 1164 y la zona de hiperemia 1160 reflejan la información proporcionada por la línea 1141. La zona 1162 ilustra esquemáticamente una zona comparativa de necrosis asociada a la línea de oxigenación 1131, que es mayor y más ancha que la zona guiada por perfusión 1164.

Las Figuras 12A, 12B, 12C y 12D representan ejemplos del aparato divulgado, de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 12A es un ejemplo de dispositivo portátil 1200 que tiene un único emisor 1202 y dos receptores 1204 dispuestos, en este ejemplo en lados opuestos del emisor 1202. El emisor 1202 y los receptores 1204 están montados sobre un sustrato rígido.

La Figura 12B representa un ejemplo de vendaje 1210 en donde los emisores 1202 y los receptores 1204 están dispuestos sobre una almohadilla absorbente flexible 1206 con un soporte adhesivo 1208 previsto para retener el vendaje sobre la piel de un paciente en una ubicación fija. Las mediciones repetidas de la luz reflejada por los receptores 1204 a lo largo del tiempo permiten realizar un seguimiento de la condición de la herida.

La Figura 12C representa un sustrato 1210 con una matriz de emisores 1202 y receptores 1204 dispuestos en una rejilla. En un aspecto, se activa un único emisor 1202 mientras uno o más de los receptores circundantes 1204 detectan la luz reflejada. En un aspecto, diferentes emisores 1202 emiten diferentes longitudes de onda de luz.

La Figura 12D representa un sistema 1230 que comprende uno o más emisores 1236 que emiten haces 1238 de luz con uno o más receptores 1232 cada uno de los cuales tiene un campo visual 1234. En un aspecto, los receptores 1232 son cámaras de formación de imágenes que detectan ópticamente la intensidad de la luz que llega a la superficie de la piel alrededor de la herida 1250. En un aspecto, los emisores 1236 emiten diferentes longitudes de onda de luz. En un aspecto, los emisores 1236 se activan en momentos diferentes y no solapados y los receptores 1232 pueden detectar la luz reflejada de una u otra longitud de onda.

La Figura 13 es un diagrama de flujo 1300 de un método ilustrativo de medición de la perfusión, de acuerdo con la presente divulgación. El proceso progresa de la etapa INICIO 1302 a la etapa 1304 de medición de la cantidad de hemoglobina oxigenada y desoxigenada a una o más profundidades por debajo de la piel. En un aspecto, estas mediciones se derivan de la comparación de señales procedentes de una pluralidad de receptores dispuestos en torno a un único emisor. En la etapa 1306, que puede preceder o realizarse en paralelo con la etapa 1304, se determina la ubicación. La etapa 1308 suma las mediciones asociadas con la hemoglobina oxigenada y desoxigenada. La etapa 1310 ajusta opcionalmente el valor de suma por comparación con la información relativa a la luz que llegó a los receptores a través de trayectorias alternativas a través del tejido. Los valores brutos y ajustados se registran en la etapa 1312. Si deben realizarse más lecturas alrededor del sitio de la lesión, el proceso se bifurca en la etapa 1314 a la trayectoria "NO" 1316 y vuelve a la etapa 1304. Si todas las mediciones están completas, el proceso se bifurca en la etapa 1314 a la trayectoria "SI" 1318 a la etapa 1320 donde se calcula un valor delta como la diferencia entre el valor de perfusión mayor, que se asociará al tejido sano, y las demás otras mediciones alrededor del sitio común. Estos valores delta se representan gráficamente en la etapa 1322 y representan una degradación de la perfusión en comparación con la línea de base de tejido sano para este paciente en este tiempo en esta ubicación con este instrumento operado por este usuario. El proceso termina en la etapa 1324 "FINAL".

Selección de una estrategia de intervención en daños tisulares mediante mediciones de perfusión u oxigenación

La Figura 14 representa un proceso global 1400 para seleccionar una estrategia de tratamiento de heridas basándose en valores medidos de perfusión u oxigenación de la sangre en el tejido debajo de la piel de un paciente de acuerdo con la presente divulgación, desde el ingreso en un centro asistencial hasta el alta del mismo. En un aspecto, una herida es una úlcera por presión. En un aspecto, una úlcera por presión es una úlcera por presión resultante de un período prolongado de uso de un dispositivo médico tal como, por ejemplo, una mascarilla, un tubo o una correa. En un aspecto, una herida es una úlcera de pie diabético. En un aspecto, una herida es una úlcera vascular. En un aspecto, una herida es una herida por quemadura. En un aspecto, un centro asistencial se selecciona del grupo que consiste en un hospital, un centro de recuperación, un centro de vida asistida, un centro de atención residencial, una residencia de ancianos, un centro de cuidados de larga duración, una comunidad de atención continuada y una comunidad de vida independiente. En un aspecto, un centro asistencial puede ser un domicilio u otra residencia del paciente, con lo cual la etapa "ingreso" 1402 será una primera evaluación de un paciente en su domicilio por parte de una enfermera u otro cuidador. En un aspecto, el programa de intervenciones y los intervalos de evaluación utilizados en un entorno domiciliario pueden ser diferentes de las intervenciones y los intervalos correspondientes utilizados en un hospital.

En un aspecto, en el proceso 1400, un paciente recién ingresado recibe una evaluación de ingreso en la etapa 1404 que incluye uno o más de un examen visual de una porción de la piel del paciente, la finalización de al menos una porción de un protocolo de valoración de riesgo que evalúe uno o más de los siguientes aspectos de la nutrición, movilidad, actividad física, fuerza física y capacidad de comunicación, y mediciones de la perfusión sanguínea realizadas en uno o más puntos de la piel del paciente. En un aspecto, las mediciones de perfusión pueden incluir la realización de una pluralidad de mediciones de perfusión en una única "ubicación" de la piel del paciente. En un aspecto, se determina un valor de SpO₂ a partir de la conversión de una relación de las intensidades de las longitudes de onda oxigenadas y desoxigenadas medidas en el proceso de las mediciones de perfusión. En un aspecto, un valor de SpO₂. En un aspecto, la "ubicación" se considera como un área y no como un único punto, de tal manera que las mediciones de perfusión pueden realizarse en puntos espacialmente separados dentro de la ubicación. Por ejemplo, la ubicación del "talón" incluye las superficies medial, lateral y posterior alrededor del talón, así como la porción posterior de la planta de dicho pie.

En un aspecto, una vez finalizada la etapa de evaluación, en la etapa 106 se determina si las lecturas del paciente son anormales, es decir, si la combinación de los resultados de los distintos elementos de la evaluación indica que el paciente tiene o corre el riesgo de tener, mayores daños en el tejido de la herida. Cada elemento de la evaluación puede tener un criterio individual de nivel de riesgo, por ejemplo, un sistema de puntuación con un valor umbral que indique un riesgo inaceptable. En un aspecto, existe un protocolo para combinar los criterios y generar un parámetro compuesto que puede usarse para seleccionar un nivel de intervención.

En un aspecto, si se determina que el paciente presenta un nivel de riesgo aceptable, el proceso se bifurca la etapa 1408 que implementa el nivel más bajo de intervención, designado en el presente documento como "nivel cero" o "nivel 0". Progresando a través de las etapas 1410 y 1412, el paciente será reevaluado usando al menos el protocolo de medición de perfusión u oxigenación en la etapa 1414 a una frecuencia, o a la inversa, un intervalo de tiempo, asociado al nivel 0. El proceso 1400 regresa a continuación a la etapa 1406 para evaluar los resultados de las mediciones de perfusión u oxigenación realizadas en la etapa 1414.

En un aspecto, si se determina en la etapa 1406 que el paciente tiene lecturas anormales, a continuación, el proceso se bifurca a la etapa 1422, que implementa un mayor nivel de intervención. En un aspecto, existe una jerarquía definida de niveles de intervención, cada nivel aplica una intervención más intensiva que el nivel inmediatamente inferior. En un aspecto, cada nivel tiene también un intervalo o frecuencia de monitorización definido que indica la frecuencia con la que debe realizarse un conjunto de mediciones de perfusión u oxigenación, donde los niveles mayores tendrán generalmente intervalos menores. En este ejemplo, el proceso ha sido definido por el hospital u otra organización administradora, para subir un nivel a una intervención de nivel 1 en este punto. En otro aspecto, la etapa 1422 puede implementar una intervención de nivel 2 o superior. El proceso entra ahora en un nuevo bucle que comienza en la etapa 1430 donde el paciente será ahora monitorizado a una frecuencia de nivel N donde N está en el intervalo de 1 a n, siendo n el nivel más alto definido de intervención y monitorización.

En un aspecto, en la etapa 1434, se evalúa el historial del paciente para determinar si su condición está mejorando. Si la condición del paciente mejora, por ejemplo, como demuestra la disminución del valor delta en las mediciones de perfusión, entonces, el proceso se bifurca a la etapa 1442. En este ejemplo, la etapa 1442 continúa implementando el nivel actual de intervención y el proceso se enlaza a través de la etapa 1440 a las etapas 1430-1432-1434-1442-1440 hasta que el valor delta cae por debajo del umbral. En un aspecto, el nivel de intervención puede reducirse en la etapa 1442 basándose en la magnitud del valor delta a medida que el valor delta tiende hacia abajo. En un aspecto, la condición del paciente está mejorando si las mediciones de oxigenación son sistemáticamente iguales o superiores al 95 % de oxigenación.

En un aspecto, si el paciente no muestra mejoría en la etapa 1434, el proceso se ramifica hacia un aumento del nivel de intervención en la etapa 1438 siempre que no se rompa la piel, es decir, no se haya desarrollado una herida abierta, en la etapa 1436. Si se ha producido una herida, las mediciones de perfusión se harán ahora alrededor de la periferia de la herida abierta en la etapa 1444 para mapear la inflamación u otra indicación precursora del agrandamiento de la herida. La propia herida abierta se trata en la etapa 1448 y este bucle secundario 1444-1446-1448-1450 continúa hasta que la herida se cierra, con lo que el proceso vuelve a la etapa 1430.

En un aspecto, en cualquier momento del proceso 100, el alta del paciente se ramifica a la etapa 1418, donde se documenta la condición del paciente en el momento del alta o de la transferencia. En un aspecto, la etapa 1418 comprende un conjunto final de mediciones de perfusión en una o más ubicaciones del cuerpo del paciente. En un aspecto, se realiza un conjunto final de mediciones de la oxigenación en uno o más puntos del cuerpo del paciente. En un aspecto, estas ubicaciones incluyen áreas que no estaban recibiendo una intervención y que no habían sido identificadas previamente como en riesgo. En un aspecto, esta información se facilita al cuidador receptor. A continuación, el paciente es dado de alta o transferido a la etapa 120.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita una intervención en una herida, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en un centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende la realización de una primera pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente, calcular un primer valor delta desde una porción de la primera pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el primer valor delta supera un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si el primer valor delta no supera el primer umbral, y administrar una primera intervención de nivel N si el primer valor delta supera el primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita una intervención en una herida, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en un centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende realizar una primera pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente, determinar si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está en o por encima del primer umbral, y administrar una primera intervención de nivel N si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del primer umbral, donde N es

un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto, un primer umbral para las mediciones de SpO₂ es de aproximadamente el 95 %. En un aspecto, un primer umbral de mediciones de SpO₂ es de aproximadamente el 95,5 %, aproximadamente el 96 %, aproximadamente el 96,5 %, aproximadamente el 97 %, aproximadamente el 97,5 % o aproximadamente el 98 %.

En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en y alrededor de uno o más sitios anatómicos seleccionados del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos de un paciente. En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en y alrededor de uno o más sitios anatómicos en riesgo de lesión tisular. En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en y alrededor de todos los sitios anatómicos en riesgo de lesión tisular. Las Figuras 29A, 29B, 29C, y 29D ilustran las ubicaciones del riesgo de lesión tisular en círculos para pacientes en diferentes posiciones. En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en y alrededor de uno o más sitios anatómicos en contacto prolongado con un dispositivo médico, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en una mejilla, una nariz, un pecho, un estómago y un área inferior del abdomen. En un aspecto, una primera pluralidad de mediciones de perfusión se separa en subgrupos para su análisis basándose en la ubicación general en la que se toma una medición. En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en ubicaciones situadas en uno o más círculos concéntricos centrados alrededor de un sitio anatómico. En un aspecto, se toma una primera pluralidad de mediciones de perfusión en ubicaciones situadas en una línea recta a aproximadamente equidistancia de un sitio anatómico.

En un aspecto, un primer valor delta se determina por la diferencia entre el valor máximo de perfusión y el valor mínimo de perfusión a partir de la primera pluralidad de mediciones de perfusión recogidas. En un aspecto, un primer valor delta viene determinado por la diferencia entre la media de perfusión máxima de las mediciones realizadas en una ubicación y el promedio de perfusión mínima de las mediciones realizadas en una segunda ubicación. En un aspecto, se determina un primer valor delta para una porción de una primera pluralidad de mediciones de perfusión constituida por un subgrupo definido por la ubicación tomada. En un aspecto, se obtiene un valor promedio de perfusión en una ubicación a partir de dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez o más de diez valores de perfusión medidos en esa ubicación. En un aspecto, un primer valor delta viene determinado por la diferencia entre los valores de perfusión derivados de mediciones realizadas en dos ubicaciones bisimétricas con respecto a una línea central.

En un aspecto, un valor delta puede calcularse a partir de una pluralidad de mediciones de perfusión realizadas en una ubicación determinada, o en las proximidades de una ubicación específica, en una pluralidad de métodos. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión en un patrón predeterminado sobre la piel y el valor delta se calcula restando el valor de perfusión asociado a una posición predeterminada dentro del patrón del mayor valor de perfusión realizado en las demás posiciones del patrón. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión en un patrón predeterminado sobre la piel y el valor delta se calcula identificando el valor de perfusión asociado a una posición predeterminada dentro del patrón y restando el valor de perfusión mayor realizado en las demás posiciones del patrón. En un aspecto, un valor de perfusión promedio puede calcularse a partir de una porción de un conjunto de valores de perfusión generados por una pluralidad de mediciones de perfusión en una única ubicación y un valor delta calculado como la diferencia mayor entre el valor promedio y un único valor de perfusión del mismo conjunto. En un aspecto, un valor delta puede calcularse como una relación entre el valor de perfusión mayor y el valor de perfusión menor dentro de un conjunto de valores de perfusión.

En un aspecto, un primer umbral puede ser de aproximadamente 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4 o 7,5. En un aspecto, un primer umbral puede variar de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un primer umbral puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. Se entenderá que un umbral no está limitado por el diseño, sino que, en cambio, un experto habitual en la materia sería capaz de elegir un valor predeterminado basado en una unidad de perfusión determinada. En un aspecto, los umbrales de la presente divulgación varían en función de la porción específica del cuerpo del paciente sobre la que se realizan las mediciones, o de una o más características del paciente, como la edad, la altura, el peso, los antecedentes familiares, el grupo étnico, y otras características físicas o afecciones médicas.

En un aspecto, N varía de 1 a 50, tal como de 1 a 2, de 1 a 3, de 1 a 4, de 1 a 5, de 1 a 6, de 1 a 7, de 1 a 8, de 1 a 9, de 1 a 10, de 1 a 15, de 1 a 20, de 1 a 25, de 1 a 30, de 1 a 35, de 1 a 40 o de 1 a 45.

En un aspecto, N se determina por la cantidad en la que el primer valor delta supera el primer umbral. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (N+1) es mayor que la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para N. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (N-1) es menor que la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para N.

En un aspecto, se aplica una intervención de nivel 1 (N=1) a un paciente que tiene un valor delta que supera el umbral

- más del 200 %, no más del 195 %, no más del 190 %, no más del 185 %, no más del 180 %, no más del 175 %, no más del 170 %, no más del 165 %, no más del 160 %, no más del 155 %, no más del 150 %, no más del 145 %, no más del 140 %, no más del 135 %, no más del 130 %, no más del 125 %, no más del 120 %, no más del 115 %, no más del 110 %, no más del 100 %, no más del 95 %, no más del 90 %, no más del 85 %, no más del 80 %, no más del 75 %, no más del 70 %, no más del 65 %, no más del 60 %, no más del 55 %, no más del 50 %, no más del 45 %, no más del 40 %, no más del 35 %, no más del 30 %, no más del 25 %, no más del 20 %, no más del 15 %, no más del 10 % o no más del 5 % del valor umbral. En un aspecto, se aplica una intervención de nivel 10 a una ubicación en la que se ha realizado una medición.
- 10 En un aspecto, una intervención de nivel N es más intensiva que una intervención de nivel 0. En un aspecto, una intervención de nivel (N+1) es más intensiva que una intervención de nivel N. En un aspecto, una intervención de nivel (N-1) es menos intensiva que una intervención de nivel N.
- 15 En un aspecto, la etapa de evaluación de la presente divulgación comprende además una valoración visual. En un aspecto, la valoración visual se realiza de acuerdo con las directrices del Panel Asesor Nacional sobre Úlcera por Presión (NPUAP).
- 20 En un aspecto, la etapa de evaluación de la presente divulgación comprende además la realización de una valoración de riesgo. En un aspecto, la valoración de riesgo se realiza de acuerdo con una prueba seleccionada del grupo que consiste en la escala de Braden, la escala de Gosnell, la escala de Norton y la escala de Waterlow. En un aspecto, la etapa de evaluación de la presente divulgación comprende además realizar una valoración utilizando una o más mediciones objetivas seleccionadas del grupo que comprende: humedad subepidérmica, bioimpedancia, ultrasonidos, medición de la presión; presión capilar, obtención de imágenes térmicas, obtención de imágenes espectrales, pérdida transcutánea de agua, y detección de la presencia de interleucina-1 alfa en uno o más sitios anatómicos de interés.
- 25 En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, realizar una segunda pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente con una primera frecuencia predeterminada correspondiente al nivel de intervención administrada, calcular un segundo valor delta desde una porción de la segunda pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el segundo valor delta supera un segundo umbral, continuar administrando la primera intervención si el
- 30 segundo valor delta no supera el segundo umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con la primera frecuencia predeterminada si el segundo valor delta no supera el segundo umbral, administrar una segunda intervención de nivel M si el segundo valor delta supera el segundo umbral, donde M es un número entero y M es mayor que N, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión a una segunda frecuencia predeterminada correspondiente al nivel M si el segundo valor delta supera el segundo umbral.
- 35 En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, realizar una segunda pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente con una primera frecuencia predeterminada correspondiente al nivel de intervención administrada, calcular un valor delta de tiempo basado en las diferencias entre la primera pluralidad y la segunda pluralidad de mediciones de SpO₂, determinar si el valor delta de tiempo es una disminución que supera un segundo umbral,
- 40 continuar administrando la primera intervención si el valor del delta de tiempo no supera el segundo umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con la primera frecuencia predeterminada si el valor delta de tiempo no supera el segundo umbral, administrar una segunda intervención de nivel M si el valor del delta de tiempo es una disminución superior al segundo umbral, donde M es un número entero y M es mayor que N, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ a una segunda frecuencia predeterminada correspondiente al nivel M si el valor
- 45 delta del tiempo es una disminución que supera el segundo umbral.
- 50 En un aspecto, una frecuencia predeterminada se selecciona del grupo que consiste en al menos una vez cada 72 horas, al menos una vez cada 48 horas, al menos una vez cada 24 horas, al menos una vez cada 12 horas, al menos una vez cada 8 horas, al menos una vez cada 6 horas, al menos una vez cada 4 horas, al menos una vez cada 3 horas, al menos una vez cada 2 horas, al menos una vez cada hora, y como mínimo una vez cada media hora.
- 55 En un aspecto, se toma una segunda pluralidad de mediciones de perfusión de acuerdo con [0175]. En un aspecto, se realiza una segunda pluralidad de mediciones de perfusión en las mismas ubicaciones en las que se realizó una primera pluralidad de mediciones de perfusión. En un aspecto, se realiza una segunda pluralidad de mediciones de perfusión en algunas de las mismas ubicaciones en las que se realizó una primera pluralidad de mediciones de perfusión. En un aspecto, se efectúa una segunda pluralidad de mediciones de perfusión cerca de las ubicaciones donde se efectuó una primera pluralidad de mediciones de perfusión. En un aspecto, una segunda pluralidad de mediciones de perfusión se efectúa en ubicaciones distintas de aquellas en las que se tomó una primera pluralidad de mediciones de perfusión.
- 60 En un aspecto, un segundo valor delta se determina por la diferencia entre el valor máximo de perfusión y el valor mínimo de perfusión a partir de la segunda pluralidad de mediciones de perfusión recogidas. En un aspecto, un segundo valor delta viene determinado por la diferencia entre el promedio máximo de las mediciones de perfusión tomadas en una ubicación y el promedio mínimo de las mediciones de perfusión tomadas en una segunda ubicación.
- 65 En un aspecto, se determina un segundo valor delta para una porción de una segunda pluralidad de mediciones de perfusión constituida por un subgrupo definido por la ubicación tomada.

- En un aspecto, un segundo umbral puede ser de aproximadamente 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4 o 7,5. En un aspecto, un segundo umbral puede variar de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un segundo umbral para mediciones de SpO₂ puede ser de aproximadamente 3 %, 3,5 %, 4 %, 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,6 % o 7 %. En un aspecto, un segundo umbral puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. En un aspecto, un segundo umbral puede ser el mismo que un primer umbral. En un aspecto, un segundo umbral puede ser mayor que un primer umbral. En un aspecto, un segundo umbral puede ser inferior a un primer umbral.
- En un aspecto, M varía de 2 a 50, tal como de 2 a 3, de 2 a 4, de 2 a 5, de 2 a 6, de 2 a 7, de 2 a 8, de 2 a 9, de 2 a 10, de 2 a 15, de 2 a 20, de 2 a 25, de 2 a 30, de 2 a 35, de 2 a 40, o de 2 a 45.
- En un aspecto, M se determina por la cantidad en que el segundo valor delta supera el segundo umbral. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (M+1) es mayor que la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para M. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (M-1) es inferior a la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para M.
- En un aspecto, se elige una intervención de nivel M de acuerdo con [0143] a [0153], sustituyendo N por M.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, determinar si el segundo valor delta es inferior a un tercer umbral, administrar una intervención de nivel (N - 1) si el segundo valor delta es inferior al tercer umbral y si la primera intervención no es de nivel 0, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel (N-1) si el segundo valor delta es inferior al tercer umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, determinar si el valor del delta de tiempo es un incremento superior a un tercer umbral, administrar una intervención de nivel (N - 1) si el valor delta de tiempo es un aumento que supera el tercer umbral y si la primera intervención no es de nivel 0, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel (N - 1) si el valor delta de tiempo es un aumento que supera el tercer umbral.
- En un aspecto, un tercer umbral puede ser de aproximadamente 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4 o 7,5. En un aspecto, un tercer umbral puede variar de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un segundo umbral para mediciones de SpO₂ puede ser de aproximadamente 3 %, 3,5 %, 4 %, 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,6 % o 7 %. En un aspecto, un tercer umbral puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. En un aspecto, un tercer umbral puede ser el mismo que un segundo umbral. En un aspecto, un tercer umbral puede ser mayor que un segundo umbral. En un aspecto, un tercer umbral puede ser inferior a un segundo umbral. En un aspecto, un tercer umbral puede ser el mismo que un primer umbral. En un aspecto, un tercer umbral puede ser mayor que un primer umbral. En un aspecto, un tercer umbral puede ser inferior a un primer umbral.
- En un aspecto, un segundo valor delta puede ser 0,1-99,5 % del tercer umbral, tal como 0,1-1 %, 0,1-5 %, 1-5 %, 5-15 %, 10-20 %, 15-25 %, 20-30 %, 25-35 %, 30-40 %, 35-45 %, 40-50 %, 0,1-25 %, 15-35 %, 25-50 %, 25-75 %, 45-55 %, 50-60 %, 55-65 %, 60-70 %, 65-75 %, 40-55 %, 50-75 %, 50-99,5 %, 70-80 %, 75 %-85 %, 80-90 %, 85-95 %, 90-99,5 %, 65-85 % o 75-99,5 % del tercer umbral.
- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para ralentizar la progresión del daño cutáneo y tisular en un paciente que lo necesite, comprendiendo el método las etapas de: identificar una intervención actual de nivel K recibida por el paciente, realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un primer umbral, continuar administrando la intervención actual si el valor delta no supera el primer umbral, continuar realizando una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel K si el valor delta no supera el primer umbral, administrar una nueva intervención de nivel N si el valor delta supera el primer umbral, donde N tiene un valor superior a K, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión con una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel N si el valor delta supera el primer umbral. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que experimenta un cambio de cuidados, un cambio en la movilidad, un cambio en la alimentación, un cambio en la percepción sensorial o una combinación de los mismos. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que tiene una herida abierta. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que se haya recuperado de una herida abierta. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente intervenido

quirúrgicamente. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que se recupera de una intervención quirúrgica. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que recibe analgésicos espinales o analgésicos sacros durante una intervención quirúrgica. En un aspecto, un paciente que lo necesite es un paciente que recibe una intervención quirúrgica de una duración de cuatro o más horas, tal como de cinco o más horas, de seis o más horas, de siete o más horas, de ocho o más horas, de nueve o más horas, de diez o más horas, de once o más horas, o de doce o más horas. En un aspecto, una intervención quirúrgica tiene una duración de una o más horas, tal como de dos o más horas, o de tres o más horas.

En un aspecto, se toma una pluralidad de mediciones de perfusión de acuerdo con [0175]. En un aspecto, se determina un valor delta de acuerdo con [0176]. En un aspecto, se determina un primer umbral de acuerdo con [0178].

En un aspecto, K varía de 2 a 50, tal como de 2 a 3, de 2 a 4, de 2 a 5, de 2 a 6, de 2 a 7, de 2 a 8, de 2 a 9, de 2 a 10, de 2 a 15, de 2 a 20, de 2 a 25, de 2 a 30, de 2 a 35, de 2 a 40, o de 2 a 45.

En un aspecto, K viene determinado por la cantidad en que el valor delta supera el umbral. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (K+1) es mayor que la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para K. En un aspecto, la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para (K-1) es menor que la cantidad en que un valor delta supera un umbral establecido para K.

En un aspecto, se elige una intervención de nivel K de acuerdo con [0181] a [0190], sustituyendo N por K.

En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, determinar si el valor delta es inferior a un segundo umbral, administrar una intervención de nivel L si el valor delta es inferior al segundo umbral, donde L tiene un valor no negativo inferior a K, y efectuar una pluralidad de mediciones de perfusión a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel L si el valor delta es inferior al segundo umbral.

En un aspecto, se determina un segundo umbral de acuerdo con [0199].

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K, administrar una intervención de nivel L si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K, donde L tiene un valor no negativo menor que K, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión a una frecuencia predeterminada correspondiente al nivel L si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima del intervalo umbral correspondiente al nivel K. En un aspecto, un intervalo umbral se selecciona del grupo que consiste en inferior a aproximadamente el 85 %, entre aproximadamente el 85 % a aproximadamente el 95 %, y superior o igual a 95 %.

En un aspecto, L puede ser K-1, K-2, K-3, K-4, K-5, K-6, K-7, K-8, K-9 o K-10. En un aspecto, L es K-1 si un valor delta es 90-99,5 % del segundo umbral, tal como 90-95 %, 91-96 %, 92-97 %, 93-98 %, 94-99 % o 95-99,5 % del segundo umbral, a menos que K-1 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-2 si un valor delta es 80-89,9 % del segundo umbral, tal como 80-85 %, 81-86 %, 82-87 %, 83-88 %, 84-89 % u 85-89,9 % del segundo umbral, a menos que K-2 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-3 si un valor delta es 70-79,9 % del segundo umbral, tal como 70-75 %, 71-76 %, 72-77 %, 73-78 %, 74-79 % o 75-79,9 % del segundo umbral, a menos que K-3 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-4 si un valor delta es 60-69,9 % del segundo umbral, tal como 60-65 %, 61-66 %, 62-67 %, 63-68 %, 64-69 % o 65-69,9 % del segundo umbral, a menos que K-4 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-5 si un valor delta es 50-59,9 % del segundo umbral, tal como 50-55 %, 51-56 %, 52-57 %, 53-58 %, 54-59 % o 55-59,9 % del segundo umbral, a menos que K-5 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-6 si un valor delta es 40-49,9 % del segundo umbral, tal como 40-45 %, 41-46 %, 42-47 %, 43-48 %, 44-49 % o 45-49,9 % del segundo umbral, a menos que K-6 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-7 si un valor delta es 30-39,9 % del segundo umbral, tal como 30-35 %, 31-36 %, 32-37 %, 33-38 %, 34-39 % o 35-39,9 % del segundo umbral, a menos que K-7 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-8 si un valor delta es 20-29,9 % del segundo umbral, tal como 20-25 %, 21-26 %, 22-27 %, 23-28 %, 24-29 % o 25-29,9 % del segundo umbral, a menos que K-8 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-9 si un valor delta es 10-19,9 % del segundo umbral, tal como 10-15 %, 11-16 %, 12-17 %, 13-18 %, 14-19 % o 15-19,9 % del segundo umbral, a menos que K-9 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0. En un aspecto, L es K-10 si un valor delta es 0,1-9,9 % del segundo umbral, tal como 0,1-5 %, 1-6 %, 2-7 %, 3-8 %, 4-9 % o 5-9,9 % del segundo umbral, a menos que K-10 sea menor que 0, en cuyo caso L sería 0.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para estratificar grupos de pacientes en un centro asistencial basándose en el riesgo de daño tisular, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en cada uno de los pacientes, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión para cada uno de los pacientes, determinar si cada valor delta supera cualquiera de los valores de un conjunto de valores umbral correspondientes a N niveles de atención y asignar un nivel de atención a cada uno de los pacientes, reordenar el grupo de pacientes basándose en cada uno de los niveles asistenciales asignados al paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para estratificar grupos de pacientes en un centro asistencial basándose en el riesgo de desarrollo de heridas, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en cada uno de los pacientes, determinar si cada una de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de cualquiera de los valores de un conjunto de valores umbral correspondientes a N niveles de atención y asignar un nivel de atención a cada uno de los pacientes, y reorganizar el grupo de pacientes basándose en cada uno de los niveles de atención asignados al paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para reducir la incidencia de daños tisulares en pacientes ingresados en un centro asistencial, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en el centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende la realización de una primera pluralidad de mediciones de perfusión en el paciente, calcular un primer valor delta desde una porción de la primera pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el primer valor delta supera un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si el primer valor delta no supera el primer umbral, y administrar una primera intervención de nivel N si el primer valor delta supera el primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para reducir la incidencia del desarrollo de heridas en pacientes ingresados en un centro asistencial, comprendiendo el método las etapas de: evaluar a un paciente para detectar un riesgo de daño tisular en el momento de su ingreso en el centro asistencial, donde la etapa de evaluación comprende realizar una primera pluralidad de mediciones de SpO₂ en el paciente, determinar si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, administrar una primera intervención de nivel 0 si la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por encima o es igual al primer umbral, y administrar una intervención de nivel N si cualquiera de la primera pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un primer umbral, donde N es un número entero y N tiene un valor igual o superior a 1. En un aspecto, la incidencia de úlceras en los pacientes del centro asistencial se reduce a menos de 1 de cada 100, menos de 1 de cada 200, menos de 1 de cada 300, menos de 1 de cada 400, menos de 1 de cada 500, menos de 1 de cada 600, menos de 1 de cada 700, menos de 1 de cada 800, menos de 1 de cada 900 o menos de 1 de cada 1000.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema de barrera en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión al menos una vez cada hora o al menos una vez cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema de barrera en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada dos horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada hora si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión al menos una vez cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y

realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada media hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una bota para el talón en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el talón del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una bota para el talón del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una bota para el talón en el talón del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el talón del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una bota para el talón del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada media hora si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema barrera en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el sacro del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada seis horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión al menos una vez cada cuatro horas, al menos una vez cada tres horas, al menos una vez cada dos horas, al menos una vez por hora, o al menos una vez cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema barrera en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema de barrera en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada seis horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada cuatro horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión al menos una vez cada tres horas, al menos una vez cada dos horas, al menos una vez por hora, o al menos una vez cada media hora si el valor delta supera el umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una estimulación neuromuscular en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada cuatro horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en el sacro del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema tópica en el sacro del paciente si el valor delta supera el umbral, y

realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, se realiza una pluralidad de mediciones de perfusión al menos una vez por hora o al menos una vez cada media hora si el valor delta supera el umbral.

- 5 En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una crema tópica en el sacro del paciente, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en el sacro del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una crema
10 tópica en el sacro del paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ cada dos horas si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de ultrasonidos terapéuticos, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar ultrasonidos terapéuticos en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y
15 realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de ultrasonidos terapéuticos, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar ultrasonidos
25 terapéuticos en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de la terapia de ondas de choque, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar terapia de ondas de choque en el sitio anatómico si el valor delta supera el
30 umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, la terapia con ondas de choque se administra mediante pulsos electromagnéticos o aire a presión.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de la terapia de ondas de choque, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar
40 terapia de ondas de choque en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente. En un aspecto, la terapia con ondas de choque se administra mediante pulsos electromagnéticos o aire a presión.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una cuña de 30 grados, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una cuña de 30 grados en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio
50 anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de una cuña de 30 grados, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar una cuña de 30 grados en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

- En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita

la aplicación de un apósito compuesto, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar un apósito compuesto en el sitio anatómico si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita la aplicación de un apósito compuesto, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, administrar un apósito compuesto en el sitio anatómico si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita un colchón híbrido, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón híbrido para soportar al paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de un colchón híbrido, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón híbrido para soportar al paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método para identificar y tratar a un paciente que necesita un colchón dinámico, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de perfusión en un sitio anatómico del paciente, calcular un valor delta a partir de una porción de la pluralidad de mediciones de perfusión, determinar si el valor delta supera un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón dinámico para soportar al paciente si el valor delta supera el umbral, y realizar una pluralidad de mediciones de perfusión cada dos horas si el valor delta supera el umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y tratamiento de un paciente que necesita la aplicación de un colchón dinámico, comprendiendo el método las etapas de: realizar una pluralidad de mediciones de SpO₂ en un sitio anatómico del paciente, determinar si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo de un umbral correspondiente al nivel N, donde N es mayor o igual a 2, proporcionar un colchón dinámico para soportar al paciente si cualquiera de la pluralidad de mediciones de SpO₂ está por debajo del umbral. En un aspecto, un sitio anatómico se selecciona del grupo que consiste en un esternón, un sacro, un talón, una escápula, un codo, una oreja y otros tejidos carnosos sobre una prominencia ósea de un paciente.

En un aspecto, la presente divulgación prevé, e incluye, un método de identificación y traslado de un paciente encamado que lo necesite, comprendiendo el método las etapas de: proporcionar un sensor de movilidad que comprenda un acelerómetro y un sensor giroscópico; monitorizar la frecuencia y el intervalo de movilización del paciente; emitir una alerta cuando el sensor de movilidad no detecte un movimiento de más de un cuarto de vuelta durante un período de tiempo determinado; y mover al paciente tras la alerta.

En un aspecto, la presente divulgación prevé además, e incluye, proporcionar un tratamiento dirigido a una ubicación anatómica de un paciente identificada como dañada mediante una combinación de una valoración visual y mediciones de perfusión. En un aspecto, se proporciona un tratamiento dirigido a un sitio común para el desarrollo de la herida seleccionado del grupo que consiste en: los dedos de los pies, los talones, un sacro, una columna vertebral, codos, omóplatos, occipucio y tuberosidad isquiática. En un aspecto, se proporciona al mismo tiempo un tratamiento dirigido a un segundo sitio común para el desarrollo de la herida, seleccionado del grupo que consiste en: los dedos de los pies, los talones, un sacro, una columna vertebral, codos, omóplatos, occipucio y tuberosidad isquiática. En un aspecto, se sabe que un primer sitio que recibe un tratamiento específico provoca el desarrollo de una herida en un segundo sitio.

Comparación de mediciones de perfusión bisimétricas para identificar tejido dañado

La Figura 22A representa la región sacra de la espalda de un paciente de 1910. Se puede trazar una línea de simetría 1912 en el centro de la espalda, dividiendo la espalda en imágenes especulares izquierda y derecha. Las ubicaciones 1914 están aproximadamente a la misma distancia de la línea de simetría 1912 y aproximadamente a la misma altura y son, por lo tanto, consideradas ubicaciones bisimétricas en la espalda del paciente 1910.

La Figura 22B representa el pie izquierdo 20L y el pie derecho 20R de un paciente 10, como se vería si el paciente 10 estuviera tumbado boca arriba en una cama (no se muestra) y un observador estuviera de pie a los pies de la cama. Con respecto a las plantas 22L y 22R de los pies 20L y 20R, las ubicaciones 24L y 24R están situadas en ubicaciones aproximadamente equivalentes, p. ej. a la misma distancia de la superficie posterior, es decir, el talón, y la misma distancia desde el lado medial del pie respectivo 20L o 20R y se consideran ubicaciones bisimétricas.

La Figura 22C representa adicionalmente ubicaciones bisimétricas ilustrativas 26L y 26R situadas en las caras laterales de los pies 20L y 20R, y ubicaciones bisimétricas 28L y 28R situadas en las respectivas plantas 22L y 22R de los pies 20L y 20R. En un aspecto, las ubicaciones 26R y 30R se consideran bisimétricas con respecto al pie 20R cuando se consideran solos sin referencia al pie 20L.

Sin limitarse a una teoría particular, la comparación de las mediciones de perfusión tomadas en ubicaciones bisimétricas puede compensar una desviación de las lecturas de un paciente en particular con respecto a una población de pacientes. Por ejemplo, un paciente puede estar deshidratado un día en particular en el que se están realizando mediciones. Una comparación del valor de perfusión del tejido sano del mismo paciente, en una condición de deshidratación, puede cambiar con respecto al valor de perfusión del mismo tejido en la misma ubicación cuando el paciente está totalmente hidratado. Si el tejido de una ubicación está sano mientras que el tejido de la ubicación bisimétrica está dañado, una comparación de las lecturas tomadas en las ubicaciones bisimétricas excluirá el efecto de "modo común" de la variación de la deshidratación en ambas ubicaciones y proporcionará una indicación más sólida de que el tejido está dañado en una ubicación.

Un aparato de medición de la perfusión 400 como el de la Figura 4 puede usarse para tomar mediciones en múltiples ubicaciones, por ejemplo, una primera medición en una primera ubicación y una segunda medición en una segunda ubicación que es bisimétrica con respecto a la primera ubicación. En un aspecto, el aparato 400 comprende un procesador que puede configurarse mediante instrucciones almacenadas en un medio no transitorio legible por ordenador para determinar una característica de las mediciones tomadas en múltiples ubicaciones o parámetros asociados con o derivados de las mediciones, por ejemplo, uno o más de una diferencia entre, un promedio de, o una diferencia de cada uno de ellos con respecto a un promedio común de los valores de perfusión derivados respectivamente de múltiples mediciones. En un aspecto, el aparato 400 comprende una pantalla configurada para mostrar uno o más parámetros asociados a las mediciones, por ejemplo, un delta entre valores de perfusión derivados de mediciones realizadas en dos ubicaciones bisimétricas.

En un aspecto, el aparato 400 realiza las mediciones con dos receptores 430A y 430B prácticamente al mismo tiempo. En un aspecto, el aparato 400 toma las mediciones en secuencia con un intervalo de tiempo entre las mediciones que va de cero a un segundo o más. En un aspecto, una medición realizada por el aparato 400 se desencadena al accionar un botón o un accionador. En un aspecto, una medición realizada por el aparato 400 se activa automáticamente a partir de la entrada de un elemento de conmutación que forma parte del aparato 400, por ejemplo, un sensor de contacto, un sensor de presión, un sensor óptico, u otro tipo de dispositivo detector de proximidad que se coloque, en un aspecto, próximo a uno o más de los receptores 430A y 430B. En un aspecto, deben activarse simultáneamente varios elementos de conmutación para proporcionar la entrada para realizar la medición. En un aspecto, el aparato 400 comprende un procesador que está acoplado a un circuito y recibe del circuito información sobre la luz reflejada medida. En un aspecto, la información está en forma de señal analógica, p. ej., una tensión eléctrica o una señal digital. En un aspecto, un procesador está acoplado directamente a una pluralidad de receptores y está configurado para medir directamente la luz reflejada. En un aspecto, un procesador está configurado para convertir la pluralidad de mediciones de la luz reflejada recibidas en una pluralidad de valores de perfusión. En un aspecto, un procesador se configura mediante instrucciones legibles por máquina que se almacenan en un soporte no transitorio, legible por ordenador que está acoplado electrónicamente al procesador. En un aspecto, las instrucciones se cargan desde un soporte a un procesador cuando el aparato 400 se enciende.

En un aspecto, un parámetro de luz reflejada medido se refiere a la perfusión de la sangre en la epidermis de un paciente a una profundidad que es determinada por la geometría espacial de los receptores 430A y 430B, la longitud o longitudes de onda de la luz emitida por el emisor 420, y otras características de operación del aparato 400. En un aspecto, la magnitud de la luz reflejada detectada por un receptor 430 equivale a la perfusión con un valor en una escala predeterminada. En un aspecto, una escala predeterminada puede variar de 0 a 20, tal como de 0 a 1, de 0 a 2, de 0 a 3, de 0 a 4, de 0 a 5, de 0 a 6, de 0 a 7, de 0 a 8, de 0 a 9, de 0 a 10, de 0 a 11, de 0 a 12, de 0 a 13, de 0 a 14, de 0 a 15, de 0 a 16, de 0 a 17, de 0 a 18, de 0 a 19. En un aspecto, una escala predeterminada puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. En un aspecto, se realizan múltiples mediciones mientras varían una o más de las características de operación entre las lecturas, proporcionando de este modo información referida a la perfusión a distintas profundidades de la piel.

En un aspecto, se determina una diferencia entre los valores de perfusión, donde una diferencia que supere un umbral predeterminado es indicativa de daño tisular en una de las ubicaciones donde se tomaron las correspondientes mediciones de perfusión. En un aspecto, se determinan y comparan los medios de los valores de perfusión obtenidos en cada una de las ubicaciones bisimétricas. En un aspecto, se determinan y comparan las medianas o los modos de los valores de perfusión obtenidos en cada una de las ubicaciones bisimétricas. En un aspecto, se indica que el daño se encuentra en la ubicación asociada al mayor de los valores de perfusión. En un aspecto, se indica que el daño se encuentra en la ubicación asociada al menor de los valores de perfusión. En un aspecto, la determinación de si hay daño tisular comprende uno o más de la comparación de los valores individuales de perfusión con uno o más intervalos o umbrales predeterminados y la comparación de la diferencia con uno o más intervalos o umbrales predeterminados. En un aspecto, un intervalo predeterminado puede ser de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un intervalo predeterminado puede ser de 0,1 a 4,0, tal como de 0,5 a 4,0, de 0,1 a 3,5, de 1,0 a 3,5, de 1,5 a 4,0, de 1,5 a 3,5, de 2,0 a 4,0, de 2,5 a 3,5, de 2,0 a 3,0, de 2,0 a 2,5 o de 2,5 a 3,0. En un aspecto, un intervalo predeterminado puede ser de 4,1 a 8,0, tal como de 4,5 a 8,0, de 4,1 a 7,5, de 5,0 a 7,5, de 5,5 a 7,0, de 5,5 a 7,5, de 6,0 a 8,0, de 6,5 a 7,5, de 6,0 a 7,0, de 6,0 a 6,5 o de 6,5 a 7,0. En un aspecto, un umbral predeterminado puede ser de aproximadamente 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4 o 7,5. En un aspecto, un umbral predeterminado puede variar de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un intervalo o umbral predeterminado puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. Se entenderá que un valor predeterminado no está limitado por el diseño, sino que, en cambio, un experto habitual en la materia sería capaz de elegir un valor predeterminado basado en una unidad de perfusión determinada. En un aspecto, los intervalos y umbrales de la presente divulgación varían en función de las ubicaciones bisimétricas específicas, la porción del cuerpo del paciente sobre la que se realizan las mediciones, o una o más características del paciente tales como la edad, la altura, el peso, los antecedentes familiares, el grupo étnico, y otras características físicas o afecciones médicas.

En un cuerpo pueden definirse una o más regiones. En un aspecto, las mediciones realizadas dentro de una región se consideran comparables entre sí. Una región puede definirse como un área de la piel del cuerpo en donde las mediciones pueden realizarse en cualquier punto dentro del área. En un aspecto, una región corresponde a una región anatómica (p. ej., el talón, el tobillo, la parte baja de la espalda). En un aspecto, una región puede definirse como un conjunto de dos o más puntos específicos relativos a rasgos anatómicos en donde las mediciones se realizan únicamente en los puntos específicos. En un aspecto, una región puede comprender una pluralidad de áreas no contiguas del cuerpo. En un aspecto, el conjunto de ubicaciones específicas puede incluir puntos en múltiples áreas no contiguas.

En un aspecto, una región se define por su área superficial. En un aspecto, una región, por ejemplo, entre 5 y 200 cm², entre 5 y 100 cm², entre 5 y 50 cm², o entre 10 y 50 cm², entre 10 y 25 cm², o entre 5 y 25 cm².

En un aspecto, las mediciones pueden realizarse en un patrón específico o en una porción del mismo. En un aspecto, el patrón de lecturas se realiza en un patrón con el área objetivo de interés en el centro. En un aspecto, las mediciones se realizan en uno o más patrones circulares de tamaño creciente o decreciente, patrones en forma de T, un conjunto de ubicaciones específicas, o aleatoriamente a través de un tejido o región. En un aspecto, un patrón puede localizarse en el cuerpo definiendo una primera ubicación de medición del patrón con respecto a un rasgo anatómico, con las restantes ubicaciones de medición del patrón definidas como desplazamientos desde la primera ubicación de medición.

En un aspecto, se toma una pluralidad de mediciones en un tejido o región y la diferencia entre el valor de medición menor y el valor de medición mayor de la pluralidad de mediciones se registra como valor delta de esa pluralidad de mediciones. En un aspecto, 3 o más, 4 o más, 5 o más, 6 o más, 7 o más, 8 o más, 9 o más, o 10 o más mediciones se toman en un tejido o región.

En un aspecto, puede establecerse un umbral para al menos una región. En un aspecto, puede establecerse un umbral de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 u otro valor para al menos una región. En un aspecto, un valor delta se identifica como significativo cuando el valor delta de una pluralidad de mediciones tomadas dentro de una región alcanza o supera un umbral asociado a dicha región. En un aspecto, cada una de una pluralidad de regiones tiene un umbral diferente. En un aspecto, dos o más regiones pueden tener un umbral común.

En un aspecto, un umbral tiene tanto un componente de valor delta como un componente cronológico, en donde un valor delta se identifica como significativo cuando el valor delta es mayor que un valor numérico predeterminado para una porción predeterminada de un intervalo de tiempo. En un aspecto, la porción predeterminada de un intervalo de tiempo se define como un mínimo de X días en donde una pluralidad de mediciones tomadas ese día produce un valor delta mayor o igual que el valor numérico predeterminado dentro de un total de Y días contiguos de medición. En un

aspecto, la porción predeterminada de un intervalo de tiempo puede definirse como 1, 2, 3, 4 o 5 días consecutivos en los que una pluralidad de mediciones tomadas ese día produce un valor delta que es mayor o igual que el valor numérico predeterminado. En un aspecto, la porción predeterminada de un intervalo de tiempo puede definirse como alguna porción de un período de tiempo específico diferente (semanas, mes, horas, etc.).

5 En un aspecto, un umbral tiene un aspecto de tendencia en donde los cambios en los valores delta de pluralidades consecutivas de mediciones se comparan entre sí. En un aspecto, un umbral de tendencia se define como un cambio predeterminado en el valor delta a lo largo de un período de tiempo predeterminado, en donde la determinación de que se ha alcanzado o superado el umbral es significativa. En un aspecto, la determinación de la importancia hará
10 que se emita una alerta. En un aspecto, puede calcularse una línea de tendencia a partir de una porción de las mediciones individuales de las pluralidades consecutivas de mediciones. En un aspecto, puede calcularse una línea de tendencia a partir de una porción de los valores delta de las pluralidades consecutivas de mediciones.

15 En un aspecto, el número de mediciones realizadas dentro de una misma región puede ser inferior al número de ubicaciones de medición definidas en un patrón. En un aspecto, se calculará un valor delta tras un número inicial predeterminado de lecturas, que es inferior al número de ubicaciones de medición definidas en un patrón, en una región y después de cada lectura adicional en la misma región, en donde no se toman lecturas adicionales una vez que el valor delta alcanza o supera el umbral asociado a esa región.

20 En un aspecto, el número de mediciones realizadas dentro de una misma región puede superar el número de ubicaciones de medición definidas en un patrón. En un aspecto, se calculará un valor delta después de cada lectura adicional.

25 En un aspecto, puede generarse una métrica de calidad para cada pluralidad de mediciones. En un aspecto, esta métrica de calidad se elige para valorar la repetibilidad de las mediciones. En un aspecto, esta métrica de calidad se elige para valorar la destreza del facultativo que realizó las mediciones. En un aspecto, la métrica de calidad puede incluir uno o más parámetros estadísticos, por ejemplo, una desviación promedio, media o típica. En un aspecto, la métrica de calidad puede incluir una o más de una comparación de mediciones individuales con un intervalo predefinido. En un aspecto, la métrica de calidad puede incluir la comparación de las mediciones individuales con un
30 patrón de valores, por ejemplo, la comparación de los valores de medición en ubicaciones predefinidas con intervalos asociados a cada ubicación predefinido. En un aspecto, la métrica de calidad puede incluir la determinación de qué mediciones se realizan sobre tejido sano y una o más evaluaciones de consistencia dentro de este subconjunto de mediciones "sanas", por ejemplo, un intervalo, una desviación estándar u otro parámetro.

35 En un aspecto, el aparato 400 puede almacenar múltiples resultados de mediciones y cálculos. En un aspecto, un aparato conforme a la presente divulgación puede comprender también otros componentes, por ejemplo, un escáner de código de barras, y puede ser capaz de almacenar la salida de ese componente. En un aspecto, el aparato 400 comprende componentes para transferir los datos almacenados, por ejemplo, a través de una conexión Bluetooth, WiFi o Ethernet, a otro dispositivo, por ejemplo, un ordenador personal, servidor, tableta o teléfono inteligente tal como
40 se muestra en la Figura 13.

En un aspecto, el aparato 400 comprende dos receptores 430A y 430B situados en puntos separados del cuerpo del aparato. Un ejemplo de uso sería colocar el aparato 400 contra el cuerpo de un paciente de forma que simultáneamente se sitúe el primer receptor 430A en una primera ubicación del cuerpo y el segundo receptor 430B en
45 una segunda ubicación del cuerpo, donde ambas ubicaciones corporales se encuentran en la superficie de la piel del paciente. En un aspecto, el cuerpo del aparato es rígido y mantiene los receptores 430A y 430B a una distancia de separación fija y con una orientación fija entre sí. En un aspecto, los receptores 430A y 430B están alineados en un plano común.

50 En un aspecto, el cuerpo del aparato 400 es flexible de tal manera que los receptores 430A y 430B pueden orientarse en ángulo entre sí. En un aspecto, uno o más de los receptores 430 son móviles de tal manera que el ángulo entre un receptor móvil y el otro receptor puede variar, por ejemplo, para que coincida con la orientación de la piel. En un aspecto, ambos receptores son móviles. En un aspecto, todos los receptores son móviles. En un aspecto, el aparato 400 comprende una bisagra de tal manera que la distancia de separación entre los receptores 430A y 430B puede
55 variar. En un aspecto, el cuerpo del aparato 400 es rígido de tal manera que el ángulo y la distancia de separación entre los receptores son inamovibles.

En un aspecto, el aparato 400 comprende una pluralidad de emisores 420 y una pluralidad de receptores 430 para formar una matriz plana. En un aspecto, la matriz plana puede adoptar la forma de una estera sobre la que se disponen
60 los emisores 420 y los receptores 430. En un aspecto, los emisores 420 y los receptores 430 están incrustados dentro de la estera. En un aspecto, los emisores 420 y los receptores 430 están situados en la superficie superior de la estera. En un aspecto, los emisores 420 y los receptores 430 tienen una capa de recubrimiento sobre los mismos. En un aspecto, los emisores 420 son de un mismo tipo y configuración dentro de la matriz. En un aspecto, los receptores 430 son de un mismo tipo y configuración dentro de la matriz. En un aspecto, los emisores 420 varían en tamaño y tipo dentro de la matriz. En un aspecto, los receptores 430 varían en tamaño y tipo dentro de la matriz. En un aspecto, los emisores 420 y receptores 430 de la matriz están dispuestos en un patrón geométrico regular, tal como un patrón
65

de cuadrícula. En un aspecto, los emisores 420 y receptores 430 de la matriz están dispuestos en un patrón irregular. En un aspecto, la estera está acoplada a un conjunto electrónico directamente o a través de un cable. En un aspecto, un conjunto electrónico comprende un circuito acoplado a los receptores 430 y un procesador está acoplado al circuito. En un aspecto, la estera comprende uno o más sensores de presión, sensores de temperatura, sensores ópticos y sensores de contacto dispuestos en uno o más puntos respectivos de la estera. En un aspecto, una o más mediciones utilizando los receptores 430 se activan por la entrada de uno o más de los sensores de presión, de temperatura, ópticos y de contacto. En un aspecto, la estera está configurada como una estera de suelo y el accionamiento de uno o más de los sensores de presión, de temperatura, ópticos y de contacto, por ejemplo, la detección de una persona de pie sobre la estera gracias a la detección del peso de una persona mediante un sensor de presión, inicia una medición por uno o más de los receptores 430. En un aspecto, los receptores 430 funcionan en un "modo de detección" que es capaz de detectar cuándo una persona pisa la estera y pasa a un "modo de medición" al determinar que una persona está de pie sobre la estera. En un aspecto, la estera está configurada como un aparato portátil que puede colocarse contra una superficie de la piel de un paciente, por ejemplo, contra la espalda del paciente o contra las plantas de uno o ambos pies mientras el paciente está tumbado en la cama. En un aspecto, la estera comprende uno o más de una bandeja de soporte, elemento de refuerzo y almohadilla conformada para ayudar a colocar los receptores 430 contra una superficie de la piel de un paciente.

En un aspecto, dos emisores pueden superponerse un 0-50 %, tal como 0-10 %, 5-15 %, 10-20 %, 15-25 %, 20-30 %, 25-35 %, 30-40 %, 35 %-45 %, 40-50 %, 0-25 %, 15-35 % o 25-50 %. En un aspecto, dos emisores pueden superponerse un 25-75 %, tal como 25-35 %, 30-40 %, 35 %-45 %, 40-50 %, 45-55 %, 50-60 %, 55-65 %, 60-70 %, 65-75 %, 25-50 %, 40-55 % o 50-75 %. En un aspecto, dos emisores pueden superponerse un 50-100 %, tal como 50-60 %, 55-65 %, 60-70 %, 65-75 %, 70-80 %, 75 %-85 %, 80-90 %, 85-95 %, 90-100 %, 50-75 %, 65-85 % o 75-100 %.

En un aspecto, dos receptores pueden superponerse un 0-50 %, tal como 0-10 %, 5-15 %, 10-20 %, 15-25 %, 20-30 %, 25-35 %, 30-40 %, 35 %-45 %, 40-50 %, 0-25 %, 15-35 % o 25-50 %. En un aspecto, dos receptores pueden superponerse un 25-75 %, tal como 25-35 %, 30-40 %, 35 %-45 %, 40-50 %, 45-55 %, 50-60 %, 55-65 %, 60-70 %, 65-75 %, 25-50 %, 40-55 % o 50-75 %. En un aspecto, dos receptores pueden superponerse un 50-100 %, tal como 50-60 %, 55-65 %, 60-70 %, 65-75 %, 70-80 %, 75 %-85 %, 80-90 %, 85-95 %, 90-100 %, 50-75 %, 65-85 % o 75-100 %.

En un aspecto, la matriz plana puede comprender además una pluralidad de sensores de contacto en la misma superficie plana que, y rodear, cada uno de los receptores para garantizar el contacto completo de cada uno de los emisores y receptores con la superficie de la piel. La pluralidad de sensores de contacto puede ser una pluralidad de sensores de presión, una pluralidad de sensores de luz, una pluralidad de sensores de temperatura, una pluralidad de sensores de pH, una pluralidad de sensores de transpiración, una pluralidad de sensores ultrasónicos, una pluralidad de sensores estimuladores del crecimiento óseo, o una pluralidad de una combinación de estos sensores. En un aspecto, la pluralidad de sensores de contacto puede comprender cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, o diez o más sensores de contacto alrededor de cada emisor o receptor.

Las Figuras 23A y 23B representan un ejemplo de cómo la comparación de los valores de perfusión asociados con receptores en ubicaciones relativas conocidas puede identificar ubicaciones bisimétricas, de acuerdo con la presente divulgación. En este ejemplo, un receptor 430 se presenta en ubicaciones no superpuestas, marcadas de "A" a "H" en la Figura 23A, a través de un área de contacto 2050R de un pie derecho 20R. Los valores de perfusión medidos en cada punto se representan en el gráfico de la Figura 23B. En este ejemplo, el valor de perfusión de las ubicaciones "A" y "H" es bajo o nulo, reflejando la no superposición del receptor 430 con el área de contacto 2050R en esas ubicaciones. Los valores de perfusión asociados a las ubicaciones "B" y "G" son más altos, ya que el receptor 430 se superpone a una porción del área de contacto 2050R en esas posiciones. Los valores de perfusión para las ubicaciones C-D-E-F son más altos y, en este ejemplo, aproximadamente los mismos, indicando que el receptor 430 está completamente dentro del área de contacto 2050R en esos puntos. En un aspecto, un aparato de medición de la perfusión tal como el aparato 400 puede determinar que ciertas ubicaciones, por ejemplo, las ubicaciones "C" y "F", son bisimétricas con respecto a una línea central 2052R del pie derecho 20R. En un aspecto, donde se realiza un conjunto similar de mediciones en las ubicaciones A'-H' del pie izquierdo 20L, una ubicación en cada pie 20L y 20R, por ejemplo, las ubicaciones E y E', puede determinarse que es aproximadamente bisimétrica.

La Figura 24 muestra una representación esquemática de un sistema integrado 2100 de medición, evaluación, almacenamiento y transferencia de los valores de perfusión, de acuerdo con la presente divulgación. En este ejemplo, el sistema 2100 comprende un aparato de medición de la perfusión 400, como se analizado con respecto a la Figura 4, que comprende la capacidad de comunicarse de forma inalámbrica con un punto de acceso WiFi 2110. El aparato 400 se comunica con uno o más de una aplicación de perfusión que se ejecuta en un servidor 2140, una aplicación que se ejecuta en un ordenador portátil 2120, un teléfono inteligente 2130 u otro dispositivo digital. En un aspecto, un ordenador portátil 2120 y un teléfono inteligente 2130 son llevados por un usuario del aparato 400, por ejemplo, una enfermera, y una aplicación proporciona comentarios e información al usuario. En un aspecto, la información recibida desde el aparato 400 para un paciente se almacena en una base de datos 2150. En un aspecto, la información recibida desde el aparato 400 se transfiere a través de una red 2145 a otro servidor 2160 que almacena una porción de la información en un registro médico electrónico (EMR) 2170 de un paciente. En un aspecto, la información desde el

aparato 400 o recuperada de la base de datos 2150 o EMR 2170 es transferida a un servidor externo 2180 y a continuación a un ordenador 2185, por ejemplo, un ordenador en la consulta de un médico que atiende a un paciente.

Análisis de tendencias en la medición de la perfusión para detectar daños tisulares

5 La Figura 25 representa los valores de perfusión a lo largo del tiempo en pacientes con riesgo de desarrollar úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación. En un aspecto, un valor de perfusión es una única medición de perfusión. En un aspecto, un valor de perfusión es una medición media de la perfusión generada a partir de valores de medición de la perfusión tomados aproximadamente en la misma ubicación de la piel de un paciente dentro de un
10 período de 24 horas, tal como dentro de un período de 18 horas, dentro de un período de 12 horas, dentro de un período de 8 horas, dentro de un período de 6 horas, dentro de un período de 4 horas, dentro de un período de 3 horas, dentro de un período de 2 horas, dentro de un período de una hora, dentro de un período de 45 minutos, dentro de un período de 30 minutos, dentro de un período de 15 minutos, dentro de un período de 10 minutos, dentro de un período de 5 minutos, dentro de un período de 1 minuto, o dentro de un período de 30 segundos.

15 La curva 2210 representa los valores promedio de perfusión para un conjunto de pacientes que tiene un alto riesgo de desarrollar úlceras por presión durante los días previos al desarrollo de una úlcera por presión en el Día 0. La línea recta superpuesta es una aproximación lineal. La curva 2220 representa los valores promedio de perfusión para un conjunto de pacientes que tiene un bajo riesgo de desarrollar úlceras por presión durante los días previos al Día 0, en los que no se desarrolla ninguna úlcera por presión en el Día 0. En ambos casos, no había signos de daños ni indicios de una futura úlcera por presión en la piel. Los valores de perfusión eran indicativos de daños subsuperficiales invisibles al examen visual y táctil (p. ej. cambios de elasticidad o temperatura). La línea recta superpuesta es una
20 aproximación lineal.

25 La Figura 26 representa los valores delta de perfusión a lo largo del tiempo para los pacientes que desarrollan úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación. Las curvas 2302 y 2304 ilustran la aceleración de la tasa de aumento, es decir, la pendiente, de la curva a medida al acercarse el tiempo al punto en el que un examen visual conduce a un diagnóstico clínico. La curva 2310 es un promedio de las otras curvas y muestra la curva ascendente, es decir, la aceleración de la tasa de aumento.
30

La figura 27 es un ejemplo de gráfico de valores de perfusión medidos y calculados, de acuerdo con la presente divulgación. La curva 2410 es un conjunto de valores de perfusión para un área de la piel que es propensa a desarrollar una úlcera por presión. La curva 2420 es un conjunto coincidente de valores de perfusión para una segunda zona de piel que está cerca de la primera zona pero que no presenta riesgo de úlcera por presión. La curva 2420 sirve de
35 referencia. La curva 2430 es un valor de perfusión "delta" calculado restando el valor de referencia de la curva 2420 del valor de perfusión correspondiente de la curva 2410.

El daño tisular puede detectarse de varias maneras. En un aspecto, la pendiente de la curva de perfusión 2410, por ejemplo, la pendiente entre los puntos 2414 y 2416, se compara con una pendiente umbral, indicada por la línea 2412.
40 Si la pendiente de la curva 2410 supera la pendiente de la línea 2412, esto indica un grado de daño. Puede haber múltiples pendientes utilizadas para evaluar múltiples grados de daño tisular. En un aspecto, se determina una pendiente con respecto a dos puntos cualesquiera de la curva de perfusión 2410, y se compara con la pendiente de la línea 2412 para indicar un grado de daño. En un aspecto, se determina una pendiente tomando la derivada de la curva de perfusión 2410. En un aspecto, la pendiente de la línea 2412 viene determinada por el historial de salud del
45 sujeto. En un aspecto, la curvatura de una curva de perfusión se compara con una curvatura umbral, donde una curvatura excesiva indica un grado de daño.

En un aspecto, el daño tisular puede detectarse antes de que sea visible en la piel del paciente al: medir una pluralidad de valores de SpO₂ en una única ubicación en tiempos incrementales, calcular una pendiente entre el último valor de SpO₂ y el valor de SpO₂ inmediatamente anterior, comparar esta pendiente con un valor umbral, y determinar que
50 existe daño tisular si la pendiente supera el valor umbral.

En un aspecto, el daño tisular puede detectarse antes de que sea visible en la piel del paciente al: medir una pluralidad de valores de SpO₂ en una única ubicación en tiempos incrementales, calcular una derivada entre el último valor de SpO₂ y el valor de SpO₂ inmediatamente anterior, comparar esta derivada con un valor umbral, y determinar que existe
55 daño tisular si la derivada supera el valor umbral.

En un aspecto, el valor de la curva delta 2430 se compara con un nivel umbral 2438. Cuando la curva 2430 supera el umbral 2438, por ejemplo, en el punto 2436, esto indica un grado de daño. Puede haber múltiples umbrales utilizados para evaluar múltiples niveles de daño tisular.
60

En un aspecto, el daño tisular puede detectarse antes de que sea visible en la piel del paciente al: medir una pluralidad de valores de SpO₂ en una única ubicación en cada uno de una pluralidad de tiempos incrementales, calcular un valor promedio para cada tiempo incremental, ajustar una curva a un número predeterminado de los valores promedio de SpO₂ más recientes, calcular la curvatura de la curva ajustada, comparar esta curvatura con un valor umbral, y
65 determinar que existe daño tisular si la curvatura supera el valor umbral.

En un aspecto, un umbral puede ser de aproximadamente 0,3, 0,35, 0,4, 0,45, 0,5, 0,55, 0,6, 0,65, 0,7, 0,75, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4 o 7,5. En un aspecto, un umbral puede variar de 0,1 a 8,0, tal como de 0,1 a 1,0, de 1,1 a 2,0, de 2,1 a 3,0, de 3,1 a 4,0, de 4,1 a 5,0, de 5,1 a 6,0, de 6,1 a 7,0, de 7,1 a 8,0, de 0,1 a 7,5, de 0,5 a 8,0, de 1,0 a 7,0, de 1,5 a 6,5, de 2,0 a 6,0, de 3,0 a 5,5, de 3,5 a 5,0 o de 4,0 a 4,5. En un aspecto, un umbral puede aumentar por un factor o un múltiplo basado en los valores proporcionados en el presente documento. Se entenderá que un umbral no está limitado por el diseño, sino que, en cambio, un experto habitual en la materia sería capaz de elegir un valor predeterminado basado en una unidad de perfusión determinada. En un aspecto, los umbrales de la presente divulgación varían en función de la porción específica del cuerpo del paciente sobre la que se realizan las mediciones, o de una o más características del paciente, como la edad, la altura, el peso, los antecedentes familiares, el grupo étnico, y otras características físicas o afecciones médicas.

En un aspecto, la pendiente de la curva delta 2430, por ejemplo, la pendiente entre los puntos 2434 y 2436, se compara con una pendiente umbral, indicada por la línea 2432. Si la pendiente de la curva 2430 supera la pendiente de la línea 2432, esto indica un grado de daño. Puede haber múltiples pendientes utilizadas para evaluar múltiples grados de daño tisular. En un aspecto, se determina una pendiente con respecto a cualesquiera dos puntos de la curva delta 2430, y se compara con la pendiente de la línea 2432 para indicar un grado de daño. En un aspecto, la pendiente de la línea 2432 viene determinada por el historial de salud del sujeto. En un aspecto, la curvatura de una curva delta se compara con una curvatura umbral, donde una curvatura excesiva indica un grado de daño.

En un aspecto, un valor delta de perfusión superior a un valor umbral predefinido es un indicio de daño subepidérmico que puede dar lugar a una úlcera por presión. El intervalo de tiempo entre el tiempo en que el valor delta de perfusión iguala o supera por primera vez este umbral y el desarrollo de síntomas visibles de una úlcera por presión puede ser una primera duración en la que el valor delta de perfusión aumenta linealmente. Una primera duración puede ser de 5 o más días, tal como 6 o más días, 7 o más días, 8 o más días, 9 o más días, o 10 o más días.

En otro aspecto, cuando la curva delta de perfusión muestra una curvatura ascendente u otra desviación por encima de una progresión lineal, los síntomas visibles pueden estar presentes dentro de un plazo más breve, por ejemplo, 2-3 días, 1-4 días, 1-3 días, 1-2 días o 2-4 días. En un aspecto, el aparato de medición de la perfusión 400, que incluye un receptor 430 y componentes electrónicos para medir la luz reflejada y convertir esta medición de la luz reflejada en un valor de perfusión y almacenar una pluralidad de estos valores de perfusión, a continuación, calcular y mostrar un valor delta de perfusión a partir de la pluralidad de valores de perfusión y transmitir una porción de las mediciones y los valores delta a un ordenador remoto, se usa para generar un valor delta de perfusión para una ubicación particular en la piel del paciente, por ejemplo, el talón. Se realiza un seguimiento de estos valores delta de perfusión y se analiza la tendencia de los valores delta de perfusión, es decir, la pendiente y la curvatura de una curva que une estos valores delta de perfusión. En un aspecto, la cantidad en la que un valor delta de perfusión incremental está por encima de una predicción lineal basándose en valores delta de perfusión anteriores se compara con un umbral predeterminado. En un aspecto, la cantidad en la que un valor delta de perfusión incremental está por encima del valor delta de perfusión previo más reciente se compara con un umbral predeterminado. En un aspecto, una curvatura de la curva de mejor ajuste ajustada a un número predefinido de los valores delta de perfusión más recientes se compara con un umbral predeterminado. En un aspecto, el número de valores delta de perfusión secuenciales que supera un umbral de valor predeterminado se compara con un umbral de número de lecturas. En cada uno de estos aspectos, el escáner de perfusión proporciona una notificación cuando el parámetro de comparación supera el umbral respectivo.

En un aspecto, el análisis de tendencia puede ignorar un único valor delta de perfusión que esté por debajo de un umbral si tanto el valor delta de perfusión anterior como el posterior están por encima del umbral.

En un aspecto, la curva de tendencia de los valores delta de perfusión es una conexión lineal punto a punto. En un aspecto, la curva de tendencia es una curva de mejor ajuste a los valores delta de perfusión. En un aspecto, la curva ajustada debe intersectar el valor delta de perfusión más reciente.

Habiéndose descrito en líneas generales la invención, la misma será más fácilmente comprensible haciendo referencia a los siguientes ejemplos que se proporcionan a modo de ilustración y no tienen por objeto ser limitantes de la presente divulgación, a menos que se especifique.

Ejemplos

Ejemplo 1: Niveles de intervención para tratar las úlceras por presión en el talón

Los sujetos identificados con riesgo de úlceras por presión en el talón son tratados de acuerdo con el siguiente esquema:

TABLA 1: EJEMPLO DE ESQUEMA DE INTERVENCIÓN PARA TRATAR UNA ÚLCERA POR PRESIÓN EN EL TALÓN

Nivel de riesgo	Intervención	Frecuencia de la monitorización posterior de la medición de la perfusión	Intervalos delta de perfusión correspondientes
0	proporcionar una buena nutrición, colchón estándar, y/o giro cada 24 horas	cada 24 horas	perfusión delta $\leq$ umbral
1	proporcionar una bota para el talón	cada 10 horas	umbral < delta de perfusión $\leq$ 105 % del umbral
2	cambio de superficie de soporte	al principio de cada turno de enfermería	105 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 110 % del umbral
3	aplicar apósito en la parte posterior o lateral del talón	cada 12 horas	110 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 115 % del umbral
4	cambiar a funda de sábana de baja fricción	cada 8 horas	115 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 120 % del umbral
5	proporcionar una superficie de colchón acolchada de baja fricción para la parte inferior de la pierna	cada 6 horas	120 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 125 % del umbral
6	girar al paciente en un intervalo más corto	cada 4 horas	125 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 130 % del umbral
7	aplicar crema de barrera	cada 2 horas	130 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 135 % del umbral
8	aplicar estimulación neuromuscular	cada 1 hora	135 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 145 % del umbral
9	aplicar crema tópica para mejorar la perfusión	cada 30 minutos	145 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 150 % del umbral
10	proporcionar almohadilla de silicona para la parte inferior de la pierna	cada 15 minutos	150 % del umbral < delta de perfusión

Ejemplo 2: Niveles de intervención para tratar las úlceras por presión en el sacro

5

Los sujetos identificados con riesgo de úlceras por presión en el sacro son tratados de acuerdo con el siguiente esquema:

TABLA 2: EJEMPLO DE ESQUEMA DE INTERVENCIÓN PARA TRATAR UNA ÚLCERA POR PRESIÓN EN EL SACRO

10

Nivel de riesgo	Intervención	Frecuencia de la monitorización posterior de la medición de la perfusión	Intervalos delta de perfusión correspondientes
0	proporcionar una buena nutrición, colchón estándar, y/o giro cada 24 horas	cada 24 horas	perfusión delta $\leq$ umbral
1	reposicionar al paciente con cuña y/o mantener el sacro seco	cada 10 horas	umbral < delta de perfusión $\leq$ 110 % del umbral
2	cambiar el colchón por uno que alivie la presión	al principio de cada turno de enfermería	110 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 120 % del umbral
3	aplicar apósito sobre el sacro	cada 12 horas	120 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 130 % del umbral
4	cambiar a colchón dinámico	cada 8 horas	130 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 140 % del umbral
5	aplicar crema de barrera	cada 6 horas	140 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 150 % del umbral
6	aplicar estimulación neuromuscular	cada 4 horas	150 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 160 % del umbral
7	aplicar crema tópica para mejorar la perfusión	cada 2 horas	160 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 170 % del umbral
8	proporcionar una almohadilla de silicona bajo el cuerpo del paciente	cada 1 hora	170 % del umbral < delta de perfusión $\leq$ 180 % del umbral

Ejemplo 3: Ejemplo de proceso para seleccionar un nivel de intervención y monitorización

15

La Figura 15 es una ilustración de un proceso 1500 para seleccionar un nivel de intervención y monitorización basado en la cantidad en la que un valor delta derivado de las mediciones de perfusión supera un valor umbral. En este caso,

un cuidador toma una pluralidad de mediciones de perfusión en una ubicación de la piel de un paciente en la etapa 1502, donde cada medición genera un valor de perfusión. Usando una porción de estos valores de perfusión, en la etapa 1504 se calcula un valor delta " Δ ". El valor delta se calcula restando el valor de perfusión más pequeño del valor de perfusión más grande generado a partir de la pluralidad de mediciones de perfusión.

El valor delta calculado se compara con un valor umbral " T " en la etapa 1506. Si el valor delta es inferior que o igual al valor umbral, se ejecuta la etapa 1508 y el cuidador espera hasta que transcurra el intervalo de monitorización asociado al nivel de atención actual, a continuación, repite las mediciones de perfusión en la etapa 1502. Si el valor delta es superior al valor umbral, la cantidad en que el valor delta supera el valor umbral se compara con una serie en cascada de valores de diferencia.

En algunos casos, el valor delta es positivo y la comparación se ejecuta restando el valor umbral del valor delta, que produjo una diferencia positiva, y a continuación se realiza una determinación respecto a si la diferencia excedió la primera diferencia $D1$ en la etapa 1510. Si la diferencia es inferior a $D1$, el proceso se bifurca a la etapa 1512 y, a continuación, a la etapa 1514 para aplicar un intervalo de intervención y medición, respectivamente, asociado al nivel $N+1$. En este ejemplo, N tiene un valor igual o superior a cero.

En algunos casos, el valor delta es negativo. En ese caso, las diferencias $D1$, $D2$ a Dn se seleccionan para tener valores negativos que pueden tener valores absolutos diferentes de los correspondientes valores de diferencia $D1$, $D2$ a Dn usados para un valor delta positivo. Como alternativa, las comparaciones en las etapas 1510, 1520 y 1530 se cambian a " $\leq$ " en lugar del " $\geq$ " que se muestra en la Figura 15.

Ejemplo 4: Matriz de orientación del flujo de trabajo

La Figura 16 es un ejemplo de una matriz de orientación del flujo de trabajo 1600 en la que el nivel actual de intervención 1602 y el nuevo valor delta 1604 se utilizan para seleccionar el nuevo nivel de intervención 1606. En este caso, un cuidador monitoriza la condición de un paciente tomando periódicamente una pluralidad de mediciones de la perfusión en uno o más puntos de la piel del paciente. En el momento de estas mediciones, el paciente recibe atención asociada a un nivel de intervención y monitorización. En este ejemplo, el nivel 0 (cero) se asocia a un paciente que no se consideró que tuviera un riesgo significativo de desarrollar daños tisulares. Los niveles superiores de intervención y monitorización se identifican con los grados de intervención clasificados, por ejemplo, en función del coste, dificultad de implementación, u otro parámetro identificado por el centro asistencial. Cuando un cuidador realiza una nueva serie de mediciones de perfusión, consulta esta matriz identificando la fila del nivel de intervención actual 1602, el valor delta determinado a partir del último conjunto de mediciones de perfusión 1604, e identifica el nivel de intervención en la celda 1606 en la intersección de la fila 1602 y la columna 1604. El cuidador puede tener en cuenta el nivel de intervención identificado, así como el nivel de intervención actual y el valor del delta a la hora de seleccionar un nivel de intervención para el siguiente período de tiempo.

En algunos casos, los valores de los nuevos niveles de intervención en las celdas 1606 son similares de una fila a otra. En algunos casos, los valores de los nuevos niveles de intervención en celdas adyacentes 1606 difieren en un solo nivel o en más de un nivel. En algunos casos, los valores de los nuevos niveles de intervención en las celdas adyacentes 1606 son los mismos en las celdas adyacentes.

Ejemplo 5: Progresión de la condición del tejido que conduce al desarrollo de una herida

La Figura 17 muestra un gráfico ilustrativo 1700 de un valor delta para un único paciente en una única ubicación en la que se desarrolla una herida. Los valores de perfusión se miden mediante un aparato para valorar la perfusión de la sangre en el tejido situado debajo de la piel del paciente. Se genera un valor delta a partir de conjuntos de mediciones de perfusión tomadas en tiempos incrementales. El punto 1772 es una medición a tiempo=cero en la que todos los valores de perfusión tenían un valor de referencia asociado a tejido sano y el valor delta es cero. En el tiempo $t1$, se realiza otra serie de mediciones de perfusión y el valor delta asociado se indica en el punto 1774. Este valor delta está por debajo del umbral 1762 y, por lo tanto, no hay indicios de daño subsuperficial significativo.

En el tiempo $t2$, el daño progresa y el valor delta 1776 es superior al umbral 1762, indicando que hay daños significativos. Este daño aún no es visible en la piel. No obstante, un valor delta superior al umbral 1762 indica que hay daño celular a una profundidad inferior a la profundidad sensible del aparato de medición de la perfusión.

En el tiempo $t3$, el daño continúa pero la cantidad de líquido en el espacio intercelular disminuye debido a la expulsión mecánica. Esto redujo el valor de perfusión tomado sobre el área dañada, lo que redujo el valor delta calculado 1778, ya que el valor de perfusión del tejido sano sigue siendo muy similar al de las mediciones anteriores.

En el tiempo $t4$, el daño progresa hasta el punto de ser visible en la superficie de la piel. En algunos casos, el tiempo $t4$ puede ocurrir antes que uno o ambos de $t2$ y $t3$. En algunos casos, el tiempo $t4$ puede ocurrir después de que el valor delta haya llegado a cero de nuevo a lo largo de la curva 1770 después del tiempo $t3$ y antes de $t5$. La flecha 1765 indica que después del tiempo $t4$, el daño sigue siendo visible.

En el tiempo t5, el daño progresa hasta el punto en que se ha expulsado suficiente líquido del tejido local como para que el valor de perfusión de una medición efectuada sobre el área dañada sea inferior al valor de perfusión del tejido sano. Esto da como resultado que el valor delta 1780 es negativo. En algunos casos, el delta negativo indicaría que el tejido está gravemente dañado. En algunos casos, el delta negativo indicaría que una porción del tejido en la ubicación del valor más bajo de perfusión está necrótico.

Ejemplo 6: Método para mapear un área de posible daño I

La Figura 18A es un ejemplo de un método para mapear un área de posible daño. El área dañada 1800 está rodeada de tejido sano 1808. El área central 1830 está significativamente dañada. La primera zona circundante 1820 está menos dañada, y la segunda zona circundante 1810 está menos dañada pero aún no es tejido sano. La piel de todas estas áreas tiene el mismo aspecto y textura, sin indicios del daño subsuperficial. Las series de círculos de líneas discontinuas 1840, 1842, 1844, 1846, 1848 y 1850 indican un conjunto de ejemplos de ubicaciones en las que se tomaron mediciones de perfusión. Las mediciones de perfusión tomadas en las ubicaciones 1840, 1842 y 1850 generalmente producen un valor de perfusión asociado con tejido sano, identificado dentro de este ejemplo como "H". Las mediciones de perfusión tomadas en las ubicaciones 1844 y 1848 generalmente producen un valor de perfusión "J" que es ligeramente superior a H. Una medición de perfusión tomada en la ubicación 1846 generalmente produce un valor de perfusión "P" que es mayor que J. Todas estas mediciones se consideran tomadas en una única "ubicación" en el cuerpo del paciente, por ejemplo, el sacro, aunque las ubicaciones individuales estén espacialmente dispersas en esta ubicación. Para este conjunto de valores de perfusión, el delta es la diferencia entre el valor más alto de perfusión, que probablemente ocurrió en la ubicación 1846, y el valor más bajo de perfusión, que probablemente ocurrió en una de las ubicaciones 1840, 1842 y 1850, dentro de este conjunto. Si el delta es superior a un valor umbral "T", esto es un indicio de que hay daños significativos en esta ubicación. Es probable que la ubicación exacta del mayor daño esté próxima a la ubicación de medición 1846 donde se produce el mayor valor de perfusión.

Ejemplo 7: Método para mapear un área de posible daño II

La Figura 18B muestra un segundo ejemplo de mapeo de un área de posible daño. En este ejemplo, se conoce la ubicación aproximada del mayor daño, por ejemplo, a partir de la aplicación previa del método ilustrado en la figura 18A. El objetivo de este método es trazar el límite entre el área 1810 y el área 1820 para determinar el alcance del daño. Por razones de simplicidad, los valores de perfusión producidos por las mediciones en cada zona eran los mismos y los valores de perfusión aumentaban del área 1810 al área 1820 y a continuación al área 1830. La primera medición de la perfusión se realiza en la ubicación 1860, que es conocida por ser la ubicación aproximada del mayor daño. Las mediciones posteriores se realizan en los puntos 1862, 1864, 1866 y 1868 en el orden indicado por la trayectoria 1880. El valor de perfusión producido en la ubicación 1864 es ligeramente superior a los valores de perfusión producidos en las ubicaciones 1862 y 1866, indicando que la ubicación 1864 estaba parcialmente dentro del área 1820 mientras que las ubicaciones 1862 y 1866 estaban totalmente dentro del área menos dañada 1810. El límite puede aproximarse interpolando entre las distintas ubicaciones de medición. Por ejemplo, el valor de perfusión producido en la ubicación 1870 es lo suficientemente alto como para sugerir que está totalmente dentro del área 1820 y, por lo tanto, no ayuda a identificar el límite entre las áreas 1810 y 1820. Por lo tanto, la ubicación posterior 1872 se aleja directamente de la ubicación inicial 1860. Como la ubicación 1860, en este ejemplo, está ahora totalmente dentro del área 1810, el límite entre las áreas 1810 y 1820 puede interpolarse para situarse entre las ubicaciones 1870 y 1872. El valor de perfusión producido a partir de una medición en la ubicación 1874 es similar al valor de perfusión de la ubicación 1870 y puede ser suficiente para identificar el límite como fuera de la ubicación 1874 sin tomar otra medición en una ubicación correspondiente a la ubicación 1872.

Este conjunto de mediciones permite crear un mapa de un determinado nivel de daño, por ejemplo, el área 1820. La repetición de este proceso de mapeo a intervalos regulares de tiempo proporcionaría una indicación de si el área 1820 está creciendo, lo que puede indicar la conveniencia de aumentar el nivel de intervención, o reduciéndose, lo que puede indicar que el nivel actual de intervención está permitiendo que el daño se cure.

Ejemplo 8: Trayectoria de decisión de tratamiento para estratificar a los pacientes y administrar los tratamientos apropiados

En la Figura 19A se esboza una trayectoria de decisión de tratamiento recomendada actualmente para impedir las úlceras por presión en pacientes hospitalizados, tal como lo presenta The National Institute for Health and Care Excellence (NICE) en su guía clínica *Pressure ulcers: prevention and management*, publicada el 23 de abril de 2014. Las directrices recomiendan que se realice un análisis del riesgo para cada paciente ingresado en un centro asistencial que presente uno o más factores de riesgo tal como una movilidad significativamente limitada, una pérdida significativa de sensibilidad, una úlcera por presión previa o actual, una deficiencia nutricional, una incapacidad de reposicionarse ellos mismos, o un deterioro cognitivo significativo. La valoración del riesgo suele realizarse mediante una lista de control con puntuación, tal como la escala de Braden, que valora la gravedad de factores de riesgo específicos.

Una vez finalizada la valoración del riesgo, se considera que el paciente (i) tiene un riesgo bajo de desarrollar una úlcera por presión, (ii) está en riesgo de desarrollar una úlcera por presión, o (iii) está en alto riesgo de desarrollar una úlcera por presión. Dependiendo del nivel de riesgo que tenga el paciente se clasifica como tal, el paciente se somete

a diferentes secuencias de tratamiento y evaluación mediante valoración visual.

Todos los pacientes corren el riesgo potencial de desarrollar una úlcera por presión. Es más probable que se produzca en personas gravemente enfermas o que tienen una afección neurológica, movilidad reducida, nutrición deficiente, una mala postura o una deformidad.

Las úlceras por presión se clasifican en estadios del 1 al 4, siendo el estadio 1 la condición más baja. El Panel Asesor Nacional sobre Úlcera por Presión (NPUAP) ha definido una úlcera de "estadio 1" como piel intacta con un área localizada de eritema no blanqueable, donde "blanqueable" indica que el tejido pierde todo su enrojecimiento al ser presionado y "no blanqueable" que el tejido permanece rojo al ser presionado debido a la presencia de glóbulos rojos fuera de los vasos sanguíneos (extravasación). En algunos pacientes, eritema blanqueable o cambios en la sensibilidad, temperatura o firmeza pueden preceder a los cambios visuales.

La valoración visual de la piel (VSA) es el método actual para identificar una úlcera por presión. Un profesional sanitario cualificado valora el aspecto de la piel, visual y táctilmente, buscando enrojecimiento o variaciones en la firmeza del tejido, la temperatura de los tejidos o la humedad.

Si se determina que un paciente tiene un riesgo bajo de desarrollar una úlcera por presión, simplemente se monitoriza al paciente por si se produce un cambio en su estado clínico, tal como someterse a una intervención quirúrgica, empeoramiento de una afección subyacente, o un cambio en la movilidad. Los pacientes que utilicen una silla de ruedas o permanezcan sentados durante períodos prolongados podrán disponer de un cojín de espuma de alta especificación o de un cojín equivalente que distribuya la presión. Si no hay cambios en el estado clínico, un paciente de bajo riesgo no será valorado de nuevo con arreglo a este conjunto de directrices y permanecerá dentro de la misma trayectoria de tratamiento y evaluación hasta que reciba el alta del centro asistencial.

Si se identifica a un paciente como estando en riesgo de desarrollar una úlcera por presión, el paciente será programado para ser girado, o "redondeado", cada 6 horas. Como con el paciente de bajo riesgo, puede proporcionarse un cojín de espuma de alta especificación si el paciente utiliza una silla de ruedas o permanece sentado durante períodos prolongados. Las directrices del NICE no recomiendan ningún otro tipo de monitorización o intervención.

Un paciente de alto riesgo recibe un colchón de espuma de alta especificación como medida preventiva, se le proporcionará un cojín de alta especificación si está en silla de ruedas o sentado durante períodos prolongados, y se le girará cada 4 horas. El paciente recibirá una VSA diaria para todas las áreas del cuerpo. Si se detecta que un área tiene un eritema no blanqueable, se aplicará una intervención adecuada y esa zona volverá a ser controlada por la VSA cada 2 horas. Las áreas que no presentan eritema no blanqueable son revisadas de nuevo diariamente mediante VSA. Se elaborará un plan de cuidados personalizado para cada paciente de alto riesgo.

De este diagrama de flujo se desprende que la mayor parte del tiempo empleado por los cuidadores se dedicará a los pacientes de alto riesgo. Aunque esto puede ser apropiado, deja sin monitorización a los pacientes en riesgo, que pueden desarrollar una úlcera de estadio 1 antes de que un cuidador observe la condición. Además, la consecuencia de confiar en la VSA para detectar un problema significa necesariamente que los pacientes desarrollarán una úlcera de estadio 1 antes de que se seleccione o implemente una intervención. En el momento en que el daño ha progresado hasta el estadio 1, es probable que la piel se rompa y se convierta en una úlcera de estadio 2 a pesar de la intervención. Existe una clara necesidad de identificar antes el daño tisular para que las intervenciones puedan impedir la progresión del daño subepidérmico al estadio 1 y más allá.

La Figura 19B es un ejemplo de una trayectoria de decisión terapéutica aumentada actual para impedir las úlceras por presión, tal como se aplica actualmente en algunos centros sanitarios. La trayectoria aumentada añade etapas de monitorización tanto a la trayectoria de riesgo como a la de bajo riesgo. Un paciente de bajo riesgo recibió una valoración semanal del riesgo, por ejemplo, completar la valoración de la escala de Braden. Un paciente identificado como en riesgo en la valoración inicial recibirá un colchón de espuma de alta especificación como medida preventiva y se evaluará diariamente mediante VSA. Se elaborará un plan de cuidados para la monitorización y el tratamiento del paciente en riesgo. No se produce ningún cambio en el cuidado si se trata de un paciente de alto riesgo.

El plan aumentado tiene la ventaja de proporcionar una monitorización básica de todos los pacientes para detectar úlceras por presión. Las etapas adicionales requieren más tiempo, sin embargo, ya sea añadiendo personal o sobrecargando aún más al existente. Aunque superior a la trayectoria asistencial recomendada de la Figura 19A, la trayectoria asistencial de la figura 19B requiere más recursos y sigue adoleciendo de la limitación de que un paciente debe desarrollar una úlcera en estadio 1 antes de que la VSA identifique el daño.

Diversos hospitales y centros asistenciales utilizan distintos números de categorías de riesgo, que varían de dos categorías, bajo riesgo y en riesgo, a cuatro o más categorías, añadiendo categorías tales como "muy alto riesgo" a las categorías del ejemplo de la Figura 19B. Los pacientes se asignan a las distintas categorías basándose en los resultados de la valoración inicial del riesgo.

La Figura 20 es un diagrama de flujo de ejemplo de cómo puede usarse un aparato para valorar la perfusión de sangre en el tejido debajo de la piel de un paciente en un proceso independiente para impedir las úlceras por presión, de acuerdo con la presente divulgación. A cada paciente que ingresa se le realiza una valoración completa de la perfusión de todas las ubicaciones del cuerpo seleccionadas para monitorizar. Estas ubicaciones seleccionadas pueden incluir áreas recomendadas en las instrucciones de uso (IFU) del aparato de medición de la perfusión, tal como el sacro y los talones. El hospital puede identificar ubicaciones adicionales e integrarlas en su consulta interna. Se realizan múltiples mediciones de la perfusión en cada ubicación del cuerpo y a su alrededor, en posiciones separadas entre sí, aunque esto se denomina generalmente la toma de múltiples mediciones en la ubicación del cuerpo. El aparato de medición de la perfusión calcula un valor "delta" para cada ubicación a partir del conjunto de mediciones tomadas en esa ubicación y a su alrededor. A continuación, el valor delta se compara con uno o más valores umbral para clasificar a un paciente. En este ejemplo, el paciente es asignado a una de las dos categorías de riesgo: bajo riesgo y en riesgo.

En un aspecto, el facultativo tomará mediciones de perfusión de una ubicación del cuerpo identificada como que tiene un posible daño en el conjunto inicial de mediciones de perfusión en un primer intervalo de tiempo. El facultativo también tomará mediciones de perfusión de todas las demás ubicaciones del cuerpo seleccionadas para monitorizar en un segundo intervalo de tiempo que es más largo que el primer intervalo de tiempo. En un aspecto, los valores del primer y segundo intervalos de tiempo son diferentes en función de la categoría de riesgo a la que se haya asignado el paciente. Por ejemplo, un paciente de alto riesgo tendrá un primer intervalo de tiempo de 4 horas y un segundo intervalo de tiempo de 1 día, mientras que un paciente en riesgo tendrá un primer intervalo de tiempo de 1 día y un segundo intervalo de tiempo de 1 semana. En un aspecto, el intervalo de tiempo puede basarse en eventos, por ejemplo, en caso de cambio de personal o de turno, en lugar de basarse estrictamente en el tiempo. En general, las ubicaciones corporales que tienen valores delta elevados se exploran con más frecuencia que otras ubicaciones corporales que se monitorizan pero que tienen valores delta normales en mediciones de perfusión anteriores.

En un aspecto, el intervalo en el que se realizan las mediciones de perfusión viene determinado por los valores delta de las mediciones de perfusión anteriores. Por ejemplo, una medición de perfusión de una ubicación corporal que tiene un valor delta mayor o igual que un primer umbral en una exploración de perfusión anterior se realiza en un primer intervalo de tiempo, mientras que una medición de perfusión se realiza en un segundo intervalo de tiempo que es más corto que el primer intervalo de tiempo cuando la medición de perfusión previa de una ubicación del cuerpo tenía un valor delta mayor o igual que un segundo umbral que es mayor que el primer umbral.

En este ejemplo, los pacientes de bajo riesgo reciben una exploración de perfusión semanal de todas las ubicaciones del cuerpo que se seleccionan para monitorizar. Se trata de un pequeño esfuerzo que proporciona una protección básica incluso a los pacientes más sanos, ya que es probable que una exploración de perfusión semanal detecte el daño tisular antes de que sea visible para la VSA.

Los pacientes de riesgo, que incluirán a pacientes que se identificarían como de alto riesgo en las trayectorias asistenciales actuales de las Figs. 19A y 19B, recibirán atención especializada basándose en la ubicación del cuerpo que presente un valor delta superior a un umbral. Por ejemplo, si la ubicación del cuerpo sacro tiene un valor delta superior a un umbral, el paciente será reposicionado cada 6 horas y recibirá mediciones de perfusión del sacro cada día y mediciones de perfusión de las demás ubicaciones del cuerpo cada semana.

La Figura 21 es un ejemplo de diagrama de flujo de cómo un aparato para valorar la perfusión de la sangre en el tejido debajo de la piel de un paciente puede usarse como complemento para perfeccionar la trayectoria aumentada de decisión de tratamiento de la Figura 19B, de acuerdo con la presente divulgación. Un paciente que ingresa recibe tanto una valoración de riesgo como una exploración de perfusión de todas las ubicaciones del cuerpo identificadas por el hospital para su monitorización, y la asignación de un paciente a una categoría de riesgo se basa parcialmente en la valoración de riesgo y parcialmente en los resultados de la exploración de perfusión. Un valor delta inicial superior a un umbral es una indicación de que existe un posible daño en esa ubicación del cuerpo. En un aspecto, la asignación se basa únicamente en el mayor valor delta inicial hallado durante la exploración de perfusión inicial.

La decisión de aplicar o no una intervención, por ejemplo, girando al paciente en un primer intervalo, se basa actualmente en la VSA y en la valoración de riesgo, a pesar de la incertidumbre sobre la existencia de daños en estadio temprano debajo de la piel. En un aspecto, la decisión de aplicar una intervención para un sitio del cuerpo en particular, o una intervención general tal como un colchón de alta especificación, se basa en el valor delta encontrado para ese sitio en la exploración de perfusión. Si el valor delta es inferior a un umbral predeterminado, no es necesaria ninguna intervención. Si el valor delta es superior al umbral predeterminado, a continuación, se selecciona e implementa una intervención basada parcialmente en la ubicación del cuerpo y parcialmente en el valor delta para esa ubicación del cuerpo. El umbral predeterminado para seleccionar y aplicar o no una intervención puede ser superior o inferior al umbral para determinar que existe un posible daño en la ubicación del cuerpo.

Una comparación de los costes de proporcionar las trayectorias asistenciales de las Figs. 19A, 19B, 20 y 21 revela una de las ventajas de utilizar un aparato de medición de la perfusión para monitorizar a los pacientes. Téngase en cuenta que los costes citados en el presente documento corresponden a pacientes que no tienen ni desarrollan úlceras por presión, en cuyo caso el coste estimado del tratamiento se dispara a 2.000 \$ para una úlcera en estadio 1.

La línea de base para esta comparación es la práctica actual aumentada de la Figura 19B, que representa una "mejor práctica" actual para los hospitales que se esfuerzan por reducir la tasa de incidencia de las úlceras por presión. Se prevé que la prestación de los cuidados de la trayectoria asistencial de bajo riesgo cueste una media de 26 \$ por paciente para una estancia hospitalaria promedio de 5,6 días, se estima que la atención a un paciente de riesgo costará un promedio de 121 \$, y la de un paciente de alto riesgo, 165 \$. Todas las trayectorias asistenciales se basan en una VSA para detectar una úlcera por presión y, por lo demás, aplican intervenciones basándose en la evolución "típica" del paciente y no en su condición particular.

La integración de un aparato de medición de la perfusión en el flujo de trabajo actual de las "mejores prácticas", tal como se muestra en la Figura 21, no reduce el coste de ninguna de las trayectorias asistenciales, ya que no se elimina ningún elemento de trabajo. La ventaja radica en la capacidad de detectar el daño tisular en un estadio más temprano con un coste incremental mínimo. El coste incremental de añadir una exploración de perfusión a la trayectoria asistencial sin riesgo es de 2 \$, aumentando el coste de aproximadamente 26 \$ a 28 \$. El coste esperado de la atención a un paciente en riesgo que no tiene ningún valor delta de perfusión elevado, es decir, no tiene daños en el tejido subepidérmico, también aumenta sólo 2 \$. Si se detecta que un paciente en riesgo tiene un valor delta de perfusión elevado, sin embargo, el paciente pasa a la categoría de alto riesgo, donde el coste previsto de la asistencia aumenta de 165 \$ a 169 \$. Aunque a primera vista pueda parecer un pequeño coste adicional, representa un aumento del nivel de protección ofrecido a los pacientes en riesgo.

La Figura 20 representa un ejemplo de flujo de trabajo que se basa únicamente en un aparato de medición de la perfusión para monitorizar a los pacientes y renuncia a la VSA rutinaria. El coste previsto de la atención preventiva para un paciente de bajo riesgo es de 4 \$, en comparación con el coste de 28 \$ de la trayectoria asistencial integrada de bajo riesgo de la Figura 21. Para un paciente en riesgo, que es la única otra categoría para la trayectoria asistencial de los aparatos de medición de la perfusión de la Figura 20, el coste previsto es de 97 \$, en comparación con los costes de 123 \$-169 \$ de los pacientes en riesgo y de alto riesgo de la trayectoria asistencial integrada de la Figura 21.

Ejemplo 9: Las tendencias de delta de perfusión en los talones de los pacientes son indicativas de la aparición de úlceras por presión

Las mediciones de perfusión se toman a lo largo del tiempo en los talones de los pacientes utilizando un aparato según la presente divulgación, antes de cualquier diagnóstico visual de úlceras por presión en el talón. En cada punto temporal, cada uno de los pacientes está dirigido para que los dedos de los pies apunten hacia fuera del cuerpo y giren hacia el lado lateral del cuerpo. Se coloca un receptor del aparato de detección de la perfusión en el lado medial del talón. El receptor se ajusta para un contacto total con el talón, y se toman múltiples mediciones alrededor de la parte posterior del talón en una curva. Cada una de las mediciones de la luz reflejada se convierte en un valor delta de perfusión restando de la medición un valor de perfusión de referencia obtenido de otra parte del cuerpo del mismo paciente que no esté experimentando presión externa o fuerzas mecánicas. Los valores delta de perfusión resultantes en un solo día se promedian y se representan gráficamente para cada paciente.

La Figura 28 ilustra las tendencias de los valores delta de perfusión de siete (7) pacientes antes del diagnóstico de úlcera por presión en uno o ambos talones. Las tendencias de los distintos pacientes se desplazan en el tiempo para alinearse con el Día 0 como evento de diagnóstico de úlcera por presión. Se genera una curva delta de perfusión de referencia ("PROMEDIO H") promediando las tendencias de los valores delta de perfusión de todos los pacientes (n=20) a los que finalmente se diagnostica visualmente una úlcera por presión en el talón. Como se muestra en la Figura 28, los valores delta de perfusión de estos siete pacientes presentan un pico de magnitud entre dos (-2) y cuatro (-4) días antes del diagnóstico visual en comparación con la curva de referencia. Para estos pacientes, una pendiente más pronunciada de la tendencia del valor delta de perfusión en comparación con la curva de referencia es indicativa de la aparición precoz de una úlcera por presión antes de cualquier detección visual.

Ejemplo 10: Niveles de intervención basados en mediciones de oxigenación

Los sujetos identificados como con riesgo de úlceras por presión son tratados de acuerdo con el siguiente esquema:

TABLA 3: EJEMPLO DE ESQUEMA DE INTERVENCIÓN PARA TRATAR A UN PACIENTE CON RIESGO DE ÚLCERA POR PRESIÓN

Nivel de riesgo	Intervención	Frecuencia de monitorización posterior de la oxigenación	Intervalos de SpO ₂ correspondientes
0	proporcionar una buena nutrición, colchón estándar, y/o giro cada 24 horas	cada 24 horas	SpO ₂ ≥ 95 %

(continuación)

Nivel de riesgo	Intervención	Frecuencia de monitorización posterior de la oxigenación	Intervalos de SpO ₂ correspondientes
1	proporcionar una bota para el talón; aplicar el apósito en la parte posterior o lateral de los sitios anatómicos en riesgo; cambiar las superficies de soporte; girar al paciente en un intervalo más corto	cada 4 horas	85 % ≤ SpO ₂ < 95 %
2	proporcionar una superficie de colchón acolchada de baja fricción; mantener seco el cuerpo del paciente; girar cada 1-2 horas	cada 1 hora	SpO ₂ < 85 %

Aunque la invención se ha descrito con referencia a aspectos particulares, los expertos en la materia entenderán, que pueden realizarse diversos cambios sin apartarse del alcance de la invención. Adicionalmente, pueden realizarse muchas modificaciones para una situación o un material particular al contenido de la invención sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, se prevé que la invención no se limite a los aspectos particulares divulgados, sino que la invención incluya todos los aspectos comprendidos en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (400) para valorar la perfusión de la sangre en el tejido debajo de la piel de un paciente, que comprende:

- 5 un emisor (420, 501, 610) configurado para emitir luz a una primera longitud de onda y a una segunda longitud de onda cuando se activa,
 un primer receptor (510, 620) configurado para medir una primera intensidad de la luz recibida a la primera longitud de onda y una segunda intensidad de la luz recibida a la segunda longitud de onda y proporcionar una primera
 10 señal que comprende información sobre la primera y la segunda intensidades de la luz recibida, en donde el primer receptor está separado del emisor por una primera distancia seleccionada de modo que la luz emitida por el emisor y recibida por el primer receptor se refleje desde una primera profundidad por debajo de la piel del paciente,
 un segundo receptor (512, 622) configurado para medir una tercera intensidad de la luz recibida a la primera longitud de onda y una cuarta intensidad de la luz recibida a la segunda longitud de onda, y proporcionar una
 15 segunda señal que comprende información sobre la tercera y la cuarta intensidades de la luz recibida, en donde el segundo receptor está separado del emisor por una segunda distancia seleccionada de modo que la luz emitida por el emisor y recibida por el segundo receptor se refleje desde una segunda profundidad por debajo de la piel del paciente,
 un sustrato (502, 1210) acoplado al emisor y al primer receptor y configurado de tal manera que el emisor y el
 20 primer receptor puedan colocarse en contacto simultáneo con la piel del paciente, y
 un procesador (440) acoplado al primer receptor y al segundo receptor y configurado para:

- recibir la primera señal,
 determinar un primer valor de suma de la primera y la segunda intensidades de la luz recibida,
 determinar un nivel de perfusión del tejido a partir del primer valor de suma,
 25 recibir la segunda señal,
caracterizado por que el procesador está configurado además para determinar una quinta intensidad de la luz recibida restando la tercera intensidad de la primera intensidad,
 determinar una sexta intensidad de la luz recibida restando la cuarta intensidad de la segunda intensidad,
 determinar un segundo valor de suma de la quinta y la sexta intensidades, y
 30 determinar un nivel de perfusión del tejido entre la primera profundidad y la segunda profundidad basándose en el segundo valor de suma.

2. El aparato de la reivindicación 1, en donde la primera longitud de onda está asociada a una longitud de onda de pico de absorción de la hemoglobina oxigenada y la segunda longitud de onda está asociada a una longitud de onda
 35 de pico de absorción de la hemoglobina desoxigenada.

3. El aparato de la reivindicación 1, en donde el emisor comprende una primera fuente que emite luz a la primera longitud de onda y una segunda fuente que emite luz a la segunda longitud de onda.

40 4. El aparato de la reivindicación 3, en donde la primera fuente y la segunda fuente pueden activarse individualmente.

5. El aparato de la reivindicación 1, en donde el receptor comprende un primer detector que detecta la luz a la primera longitud de onda y un segundo detector que detecta la luz a la segunda longitud de onda.

45 6. El aparato de la reivindicación 5, en donde:

el procesador está acoplado individualmente a cada uno del primer detector y el segundo detector, y la primera señal comprende señales individuales del primer y el segundo detectores.

50 7. El aparato de la reivindicación 1, en donde:

el procesador está acoplado al emisor,
 el emisor está configurado para emitir luz al recibir un pulso estroboscópico,
 el procesador está configurado para proporcionar el pulso estroboscópico al emisor y al primer receptor,
 55 el primer receptor está configurado además para medir un primer período de tiempo entre la recepción del pulso estroboscópico y la recepción de la luz procedente del emisor, y
 la primera señal comprende información sobre el primer período de tiempo.

8. El aparato de la reivindicación 1, comprende además una memoria acoplada al procesador, en donde el procesador
 60 está configurado para almacenar en la memoria una serie de valores de suma asociados a activaciones secuenciales del emisor.

9. El aparato de la reivindicación 8, en donde el procesador está además configurado para determinar un intervalo entre un valor de suma menor y un valor de suma mayor de la serie de valores de suma.

65 10. El aparato de la reivindicación 8, en donde el procesador está además configurado para determinar un valor

porcentual para cada valor de suma relativo a un valor de suma mayor en la serie de valores de suma.

11. El aparato de la reivindicación 1, comprendiendo además un acelerómetro que está configurado para proporcionar una tercera señal que comprende información relativa a la aceleración del aparato en tres dimensiones espaciales, en donde:

el procesador está acoplado al acelerómetro y configurado para recibir la tercera señal, y
el procesador está configurado además para determinar una posición espacial del emisor cuando este se activa.

12. Un aparato para valorar la perfusión de sangre en el tejido debajo de la piel de un paciente, que comprende:

un emisor configurado para emitir selectivamente luz a una primera longitud de onda o emitir luz a una segunda longitud de onda,
una cámara (1232) configurada para formar una primera imagen de la luz reflejada a la primera longitud de onda y una segunda imagen de la luz reflejada a la segunda longitud de onda,
un sustrato (1210) acoplado al emisor y a la cámara y configurado de tal manera que el sustrato pueda colocarse de modo que la luz emitida por el emisor ilumine una porción de la piel del paciente que esté dentro de un campo visual de la cámara,
una pantalla (410), y
un procesador (440) acoplado a la cámara y a la pantalla y configurado para:

recibir la primera y la segunda imágenes,
caracterizado por que el procesador está configurado además para formar una tercera imagen que es una suma de la primera y la segunda imágenes, y
proporcionar la tercera imagen en la pantalla.

13. El aparato de la reivindicación 12, en donde:

el procesador está acoplado al emisor,
el procesador está configurado además para hacer que el emisor emita solo luz a la primera longitud de onda en un primer tiempo y emita solo luz a la segunda longitud de onda en un segundo tiempo, y
la cámara forma la primera imagen en el primer tiempo y forma la segunda imagen en el segundo tiempo.

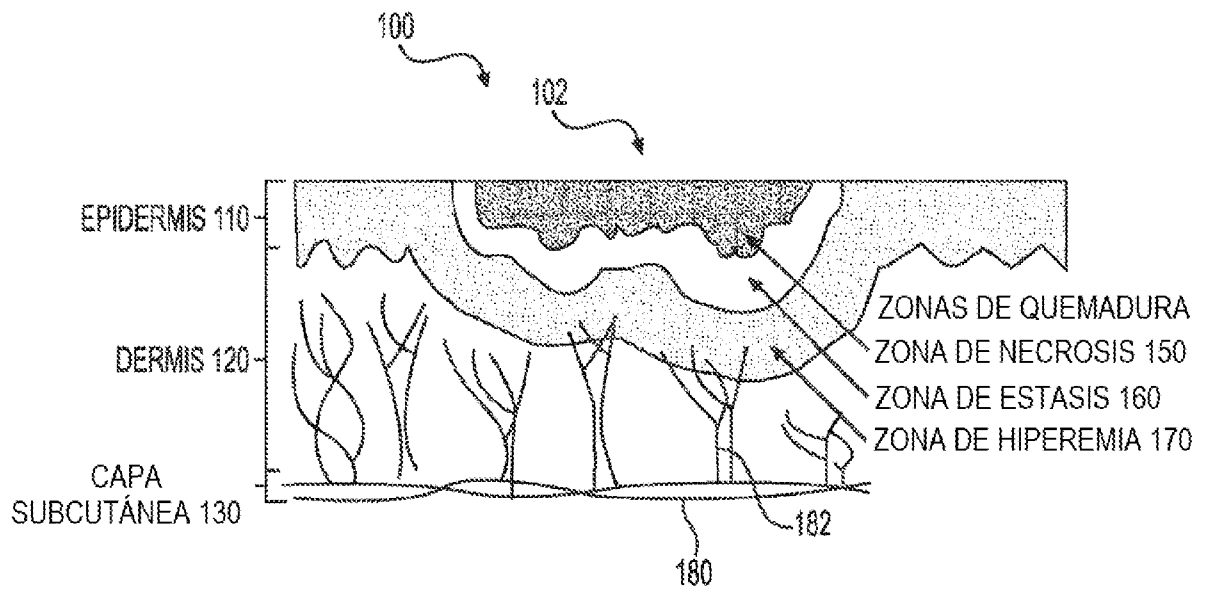


FIG. 1

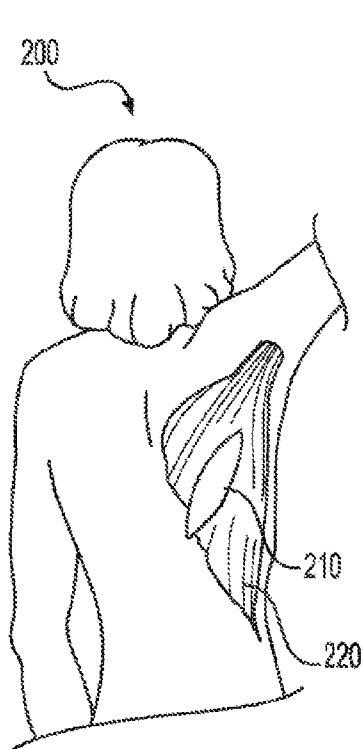


FIG. 2A

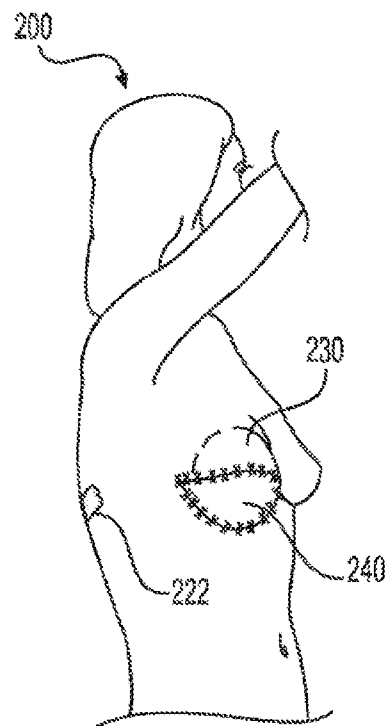


FIG. 2B

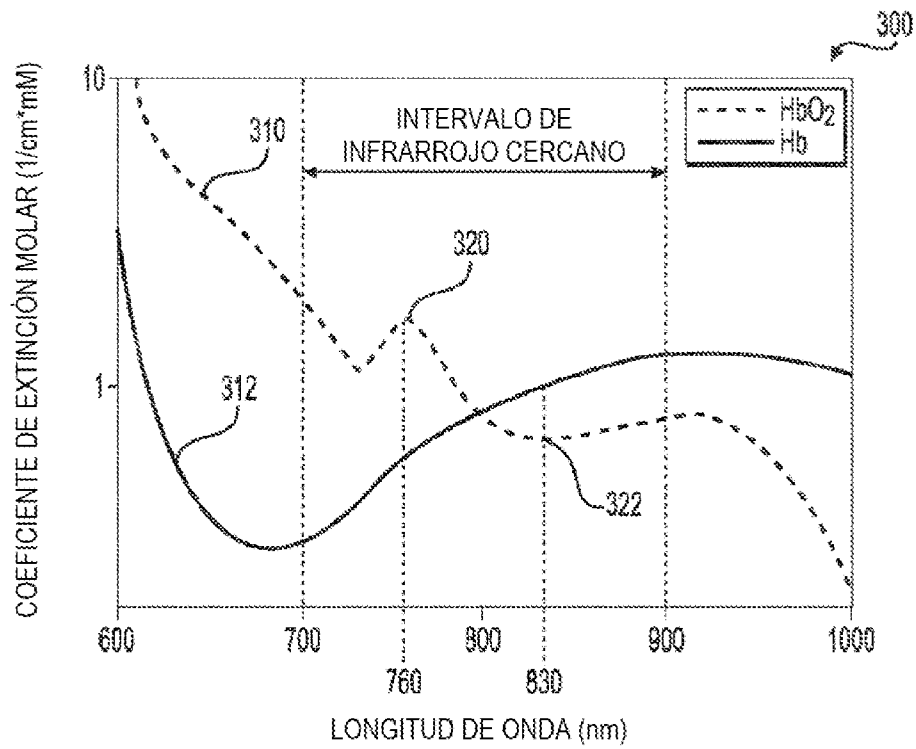


FIG. 3

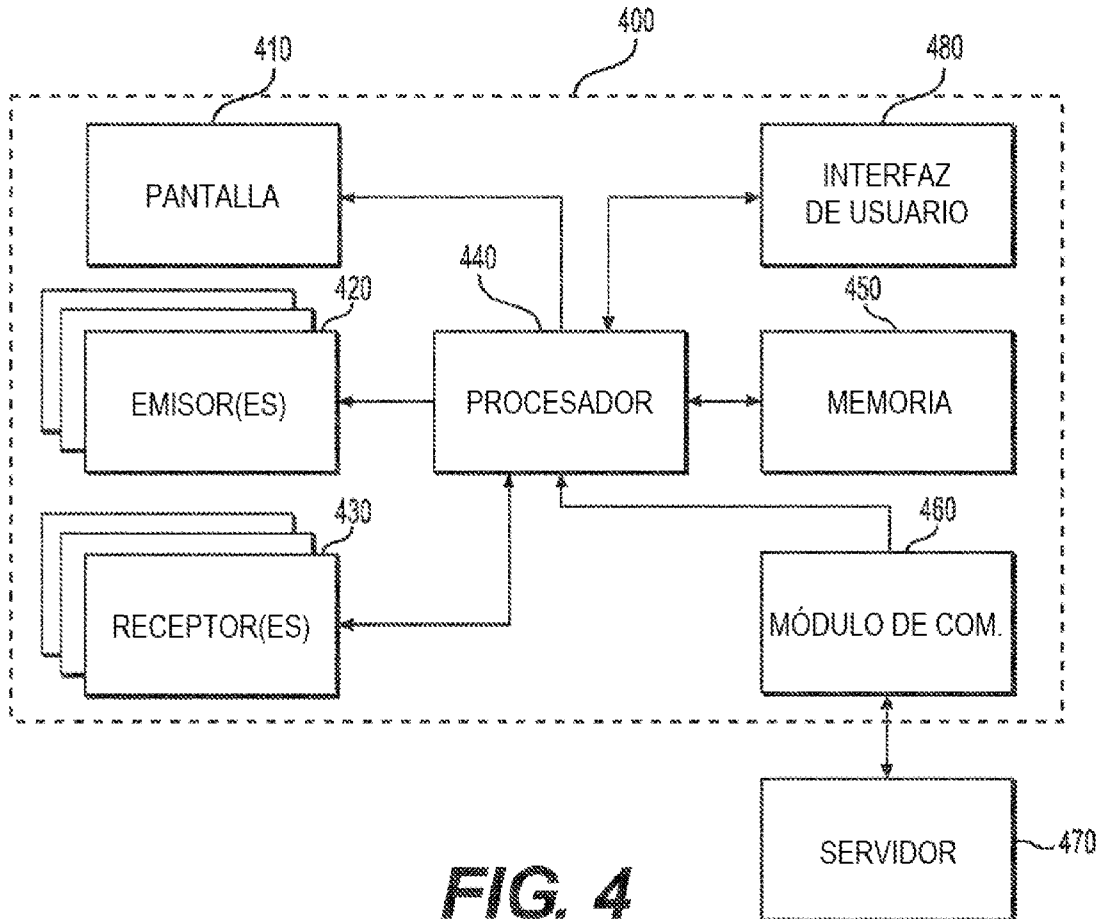


FIG. 4

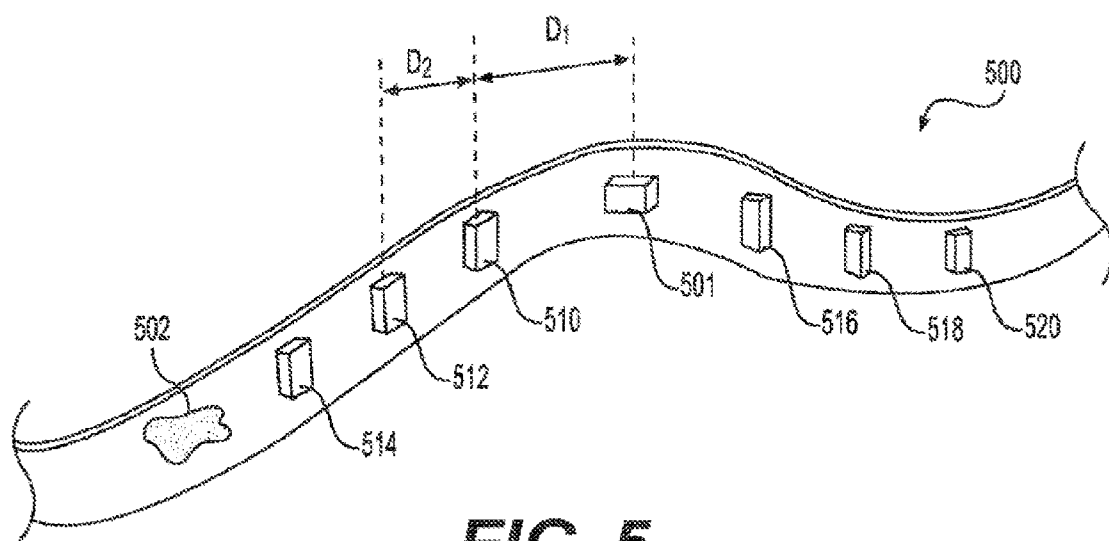


FIG. 5

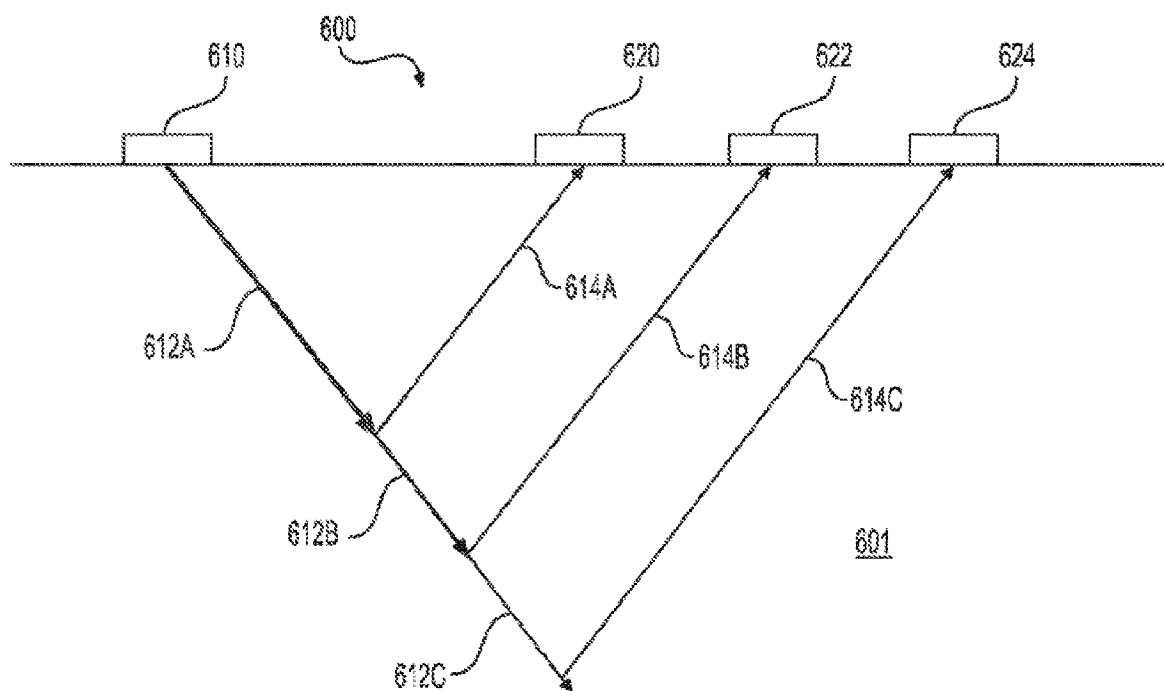


FIG. 6

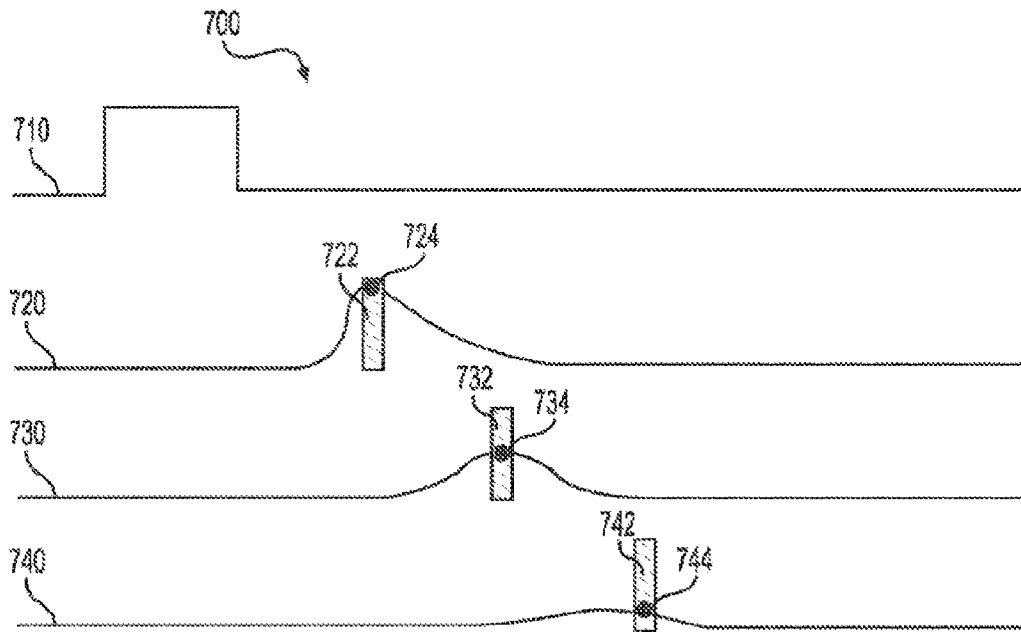


FIG. 7

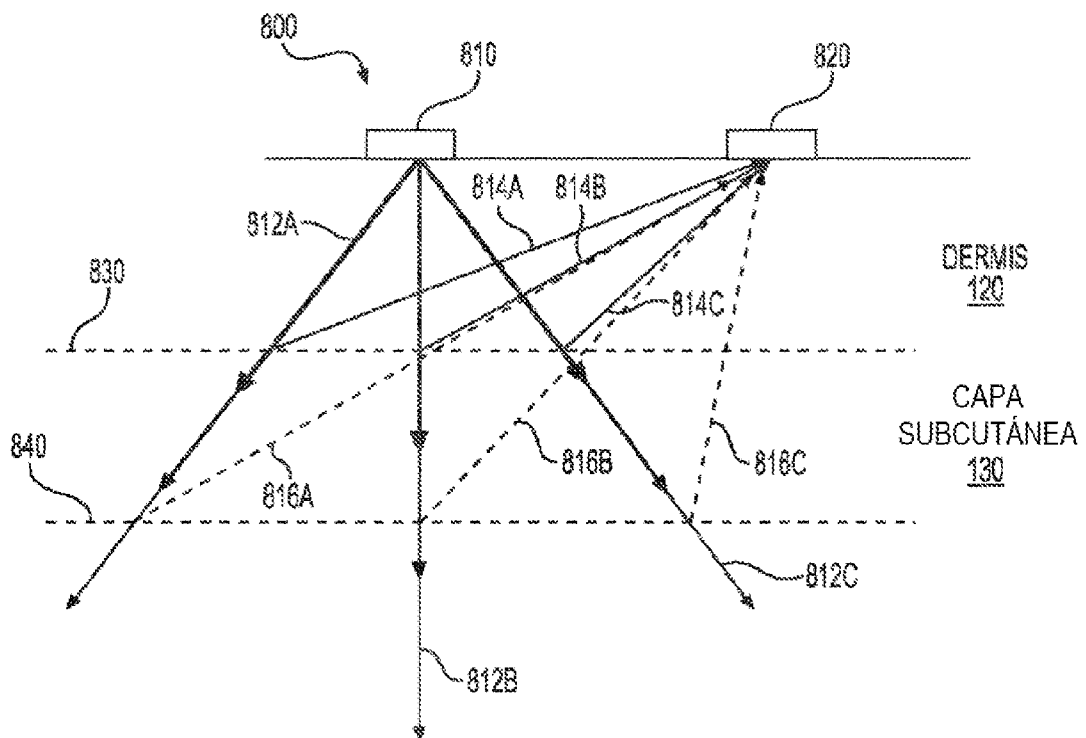


FIG. 8

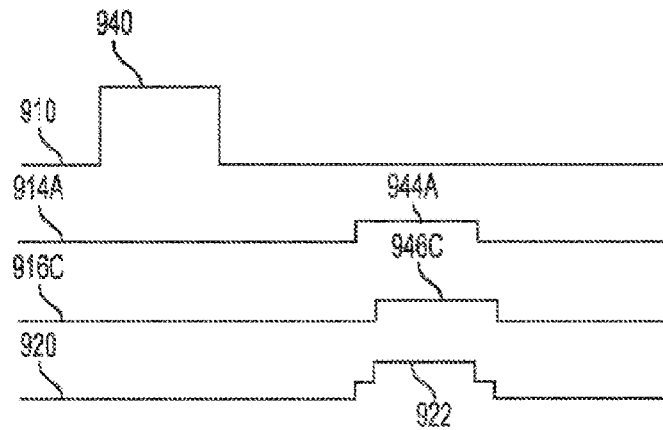


FIG. 9

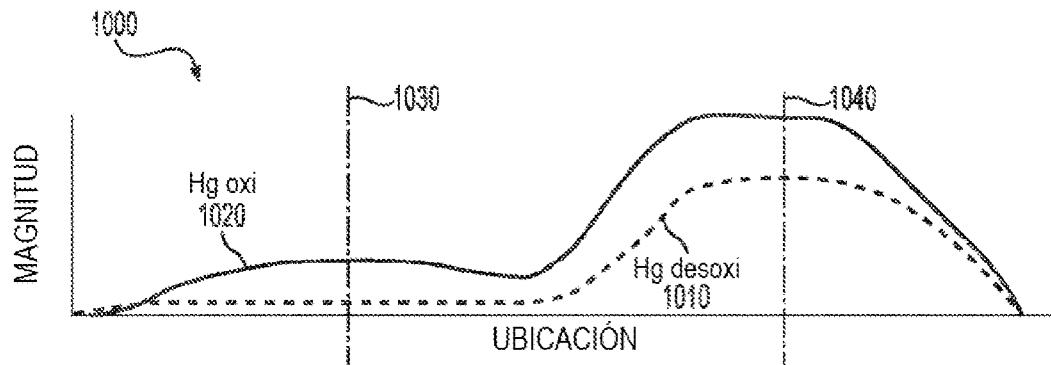


FIG. 10A

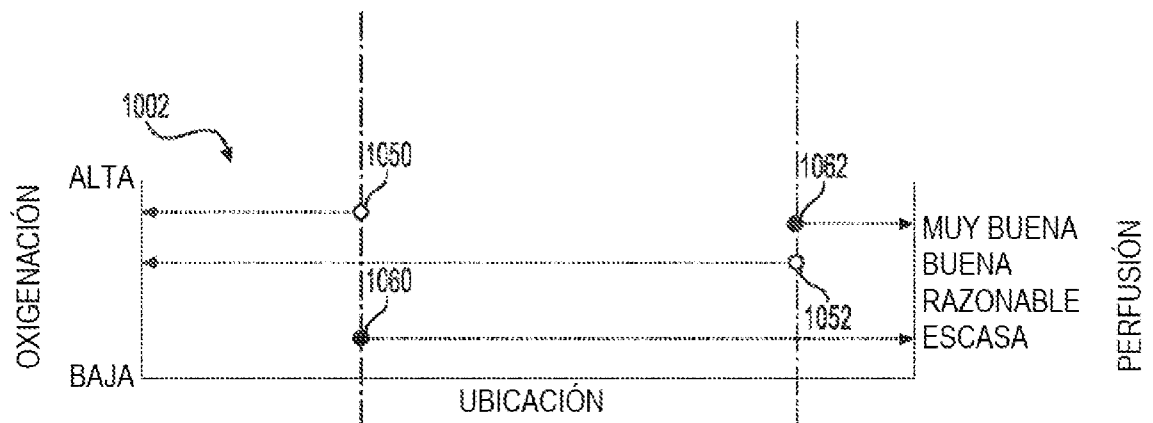


FIG. 10B

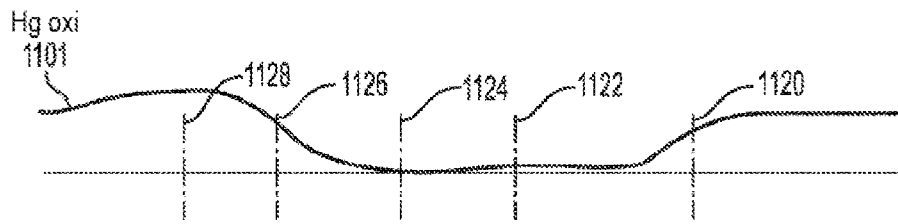


FIG. 11A

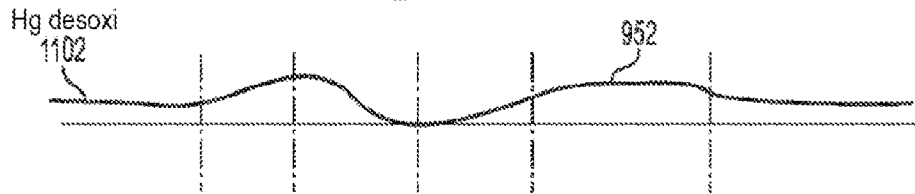


FIG. 11B

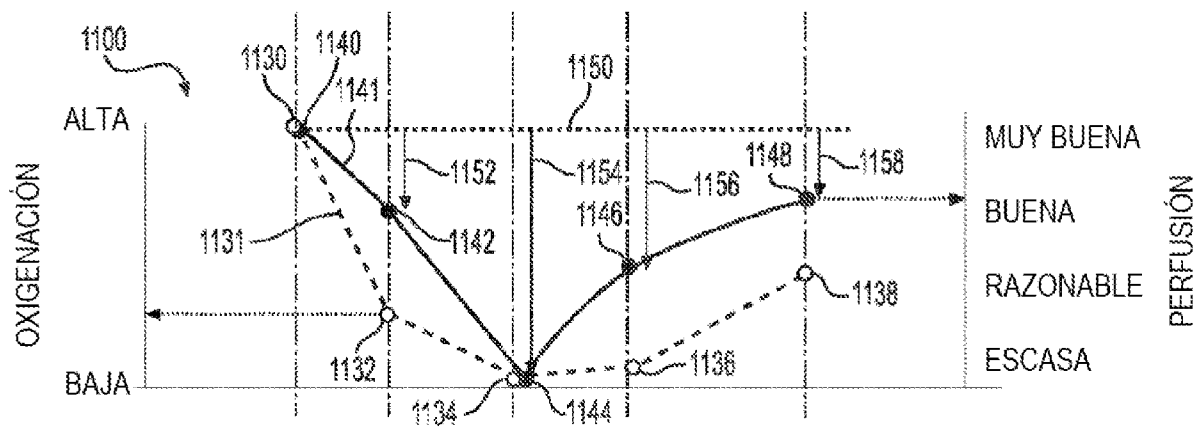


FIG. 11C

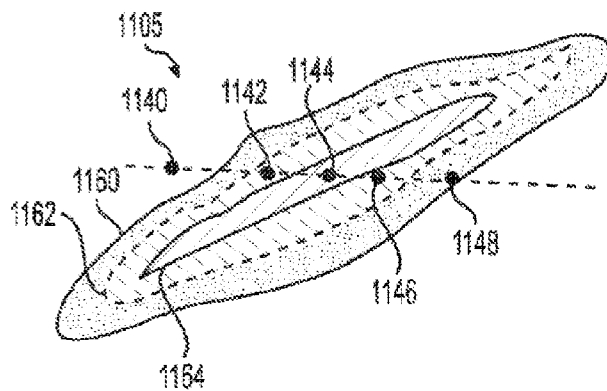


FIG. 11D

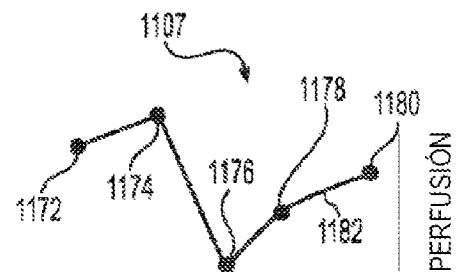


FIG. 11E

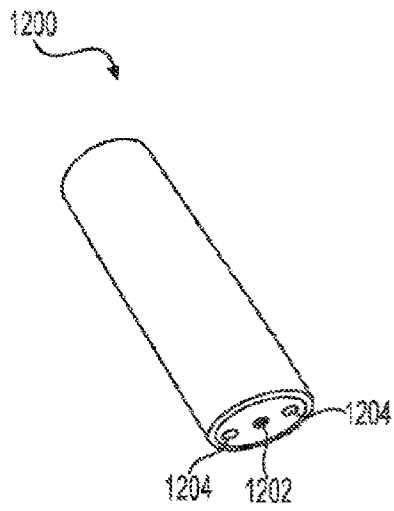


FIG. 12A

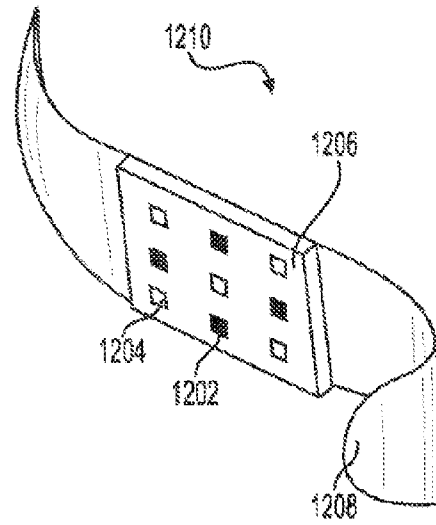


FIG. 12B

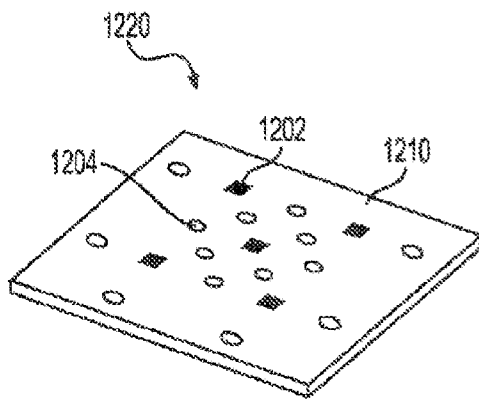


FIG. 12C

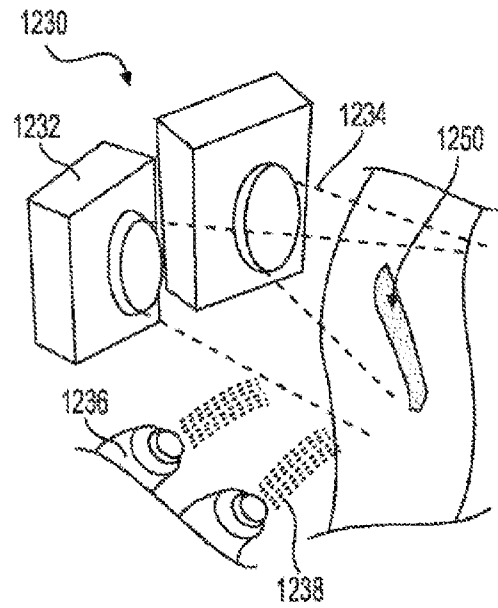


FIG. 12D

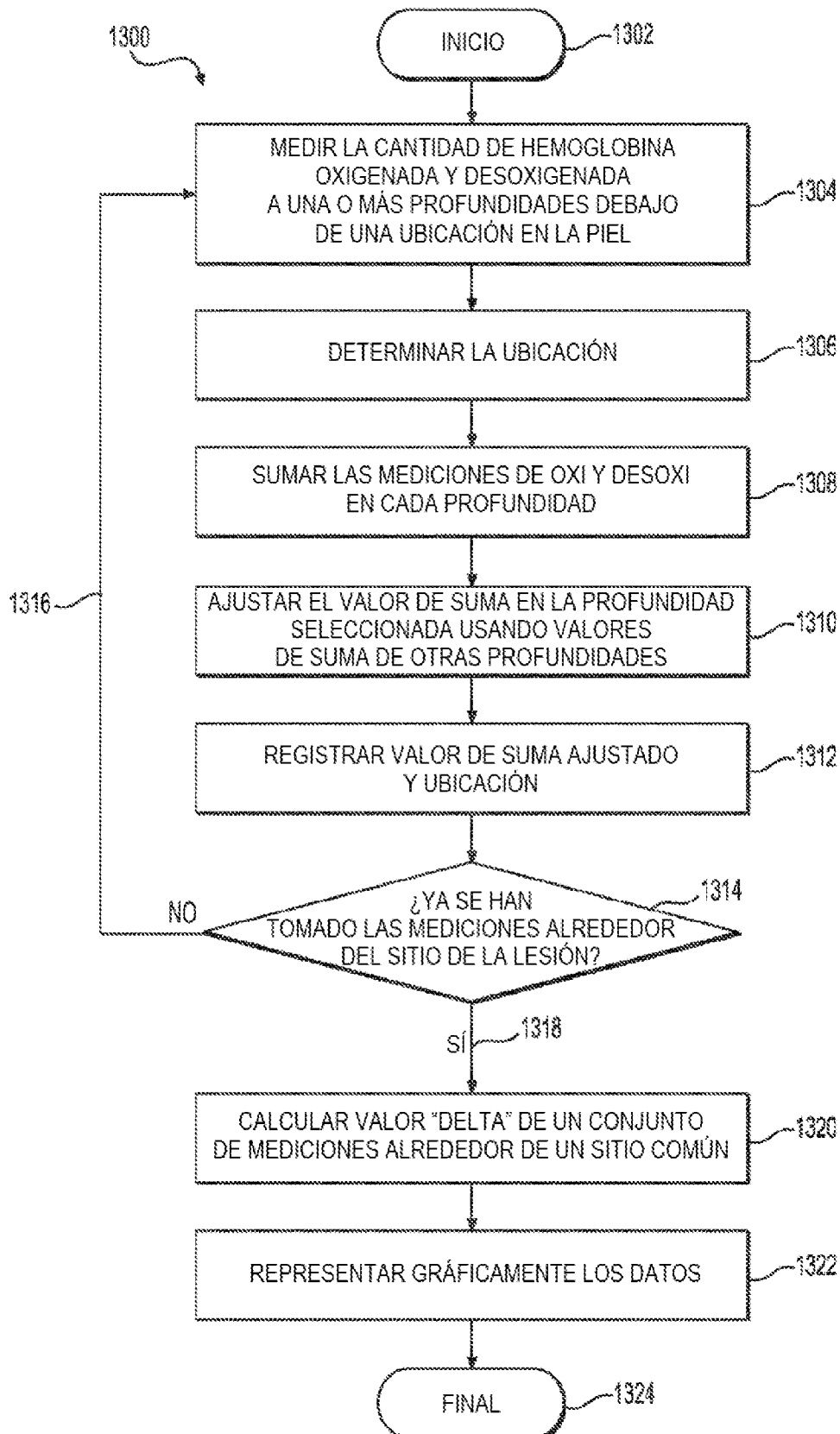


FIG. 13

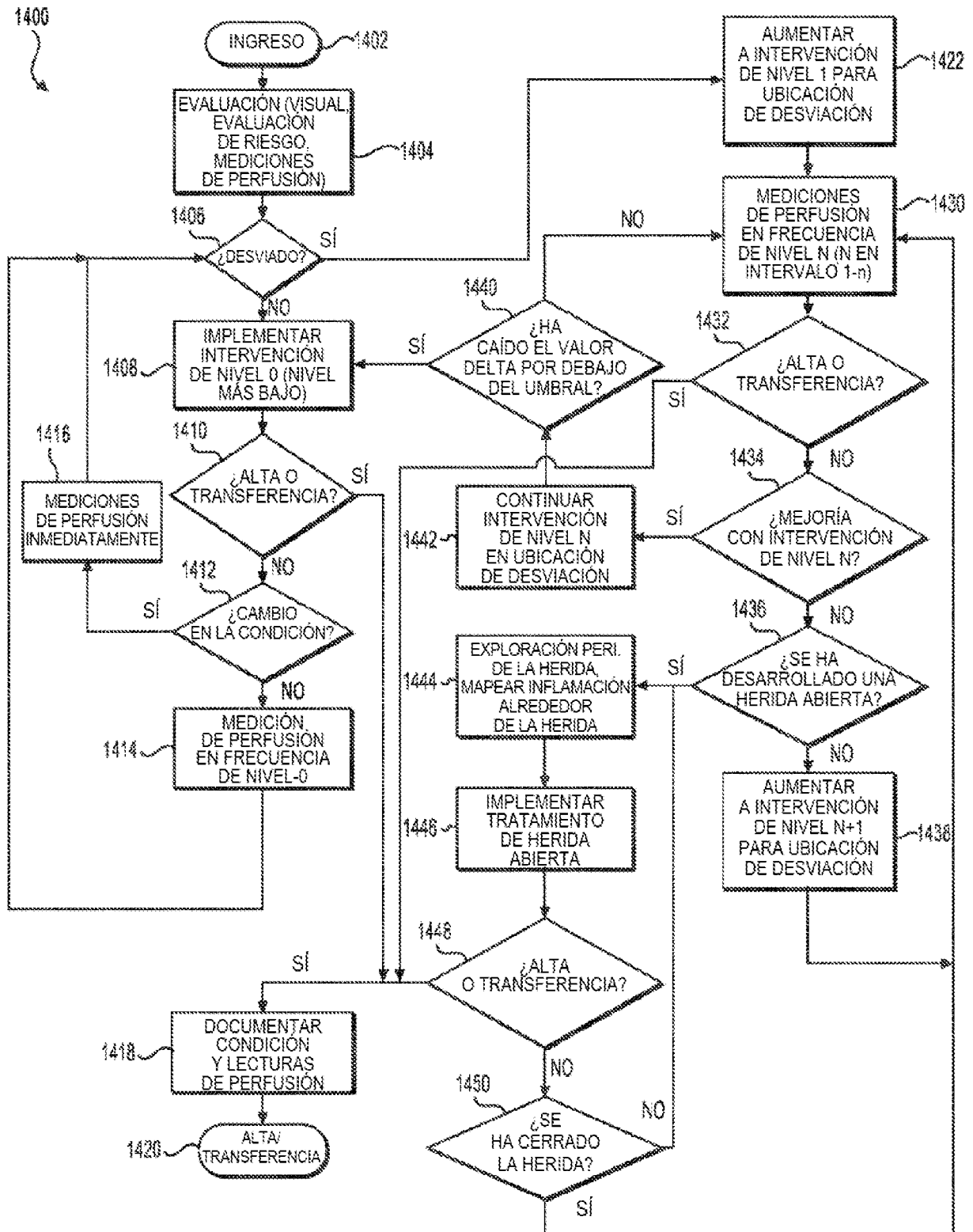


FIG. 14

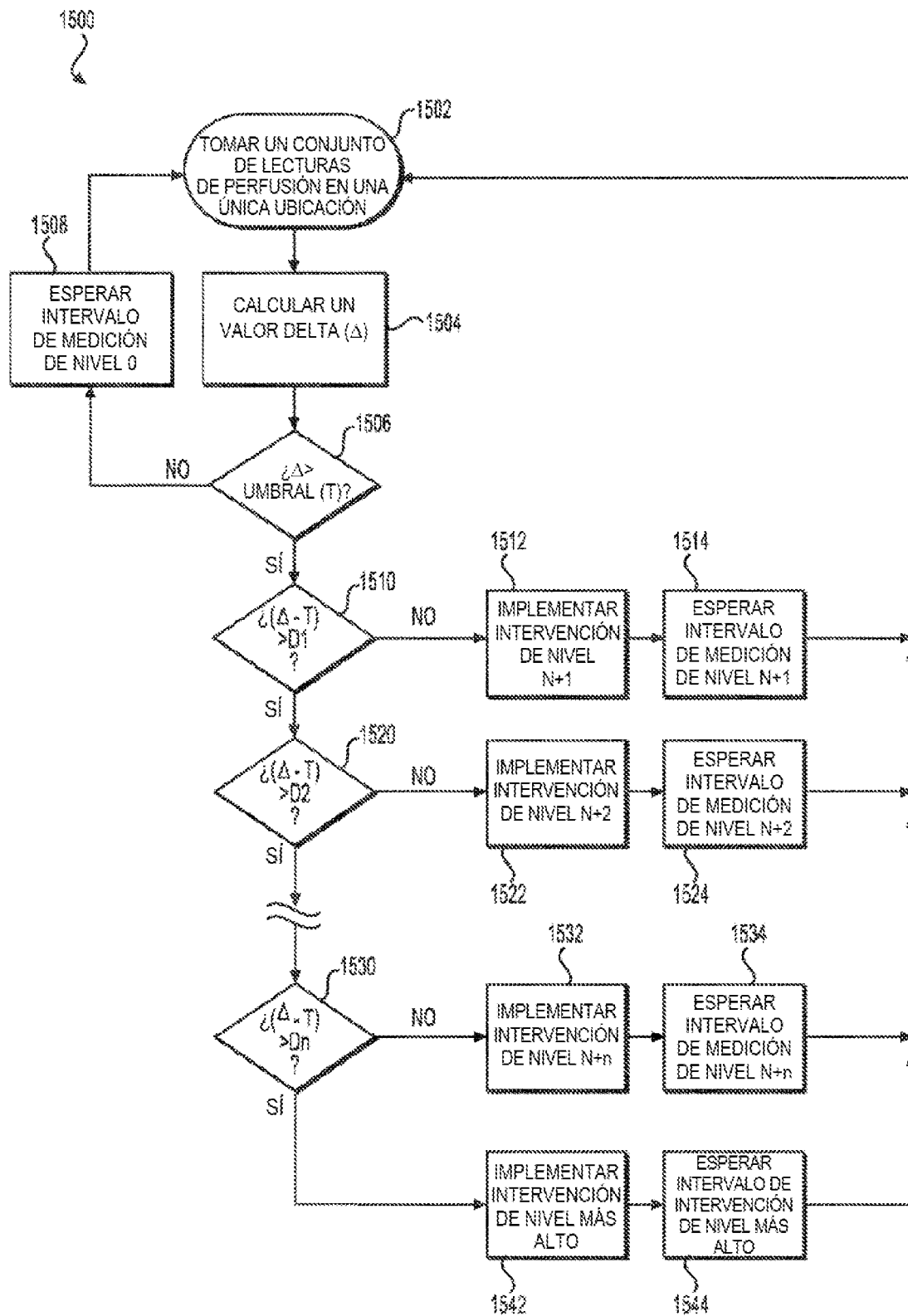


FIG. 15

1600

VALOR "DELTA" ACTUAL (EN COMPARACIÓN CON EL VALOR UMBRAL "T")								
	0	<T	T+m	T+2m	T+3m	...	2T+S ^m	
0	0	0	1	2	3	...	S	
1	0	1	2	3	4	...	S	
2	1	2	3	4	5	...	S	
3	2	3	4	5	6	...	S	
4	2	2	4	6	8	...	S	
...	...	...	...	...	...	...	...	
N	S-4	S-2	S-2	S-1	S	...	S	

1602

1604

1606

FIG. 16

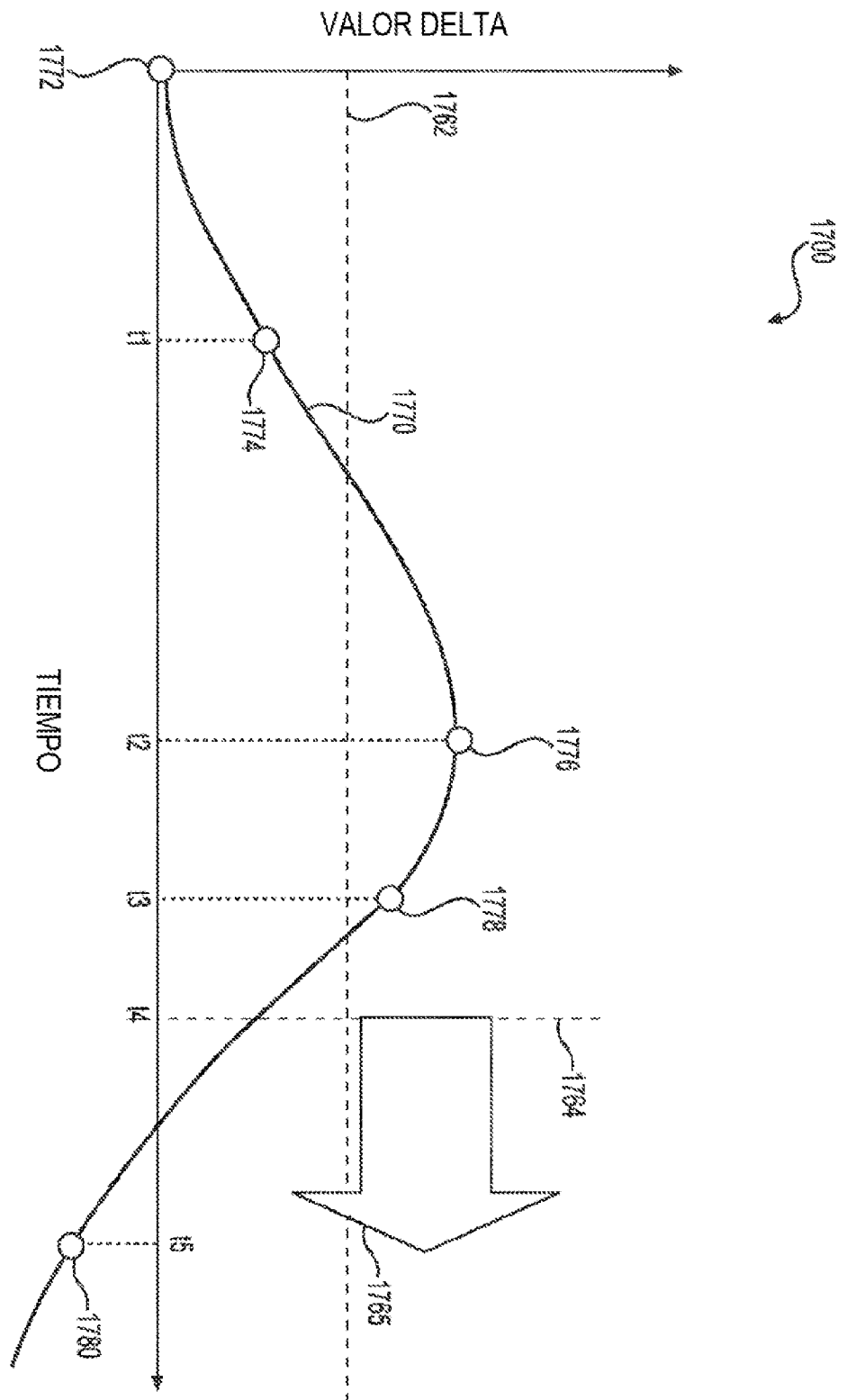


Fig. 7

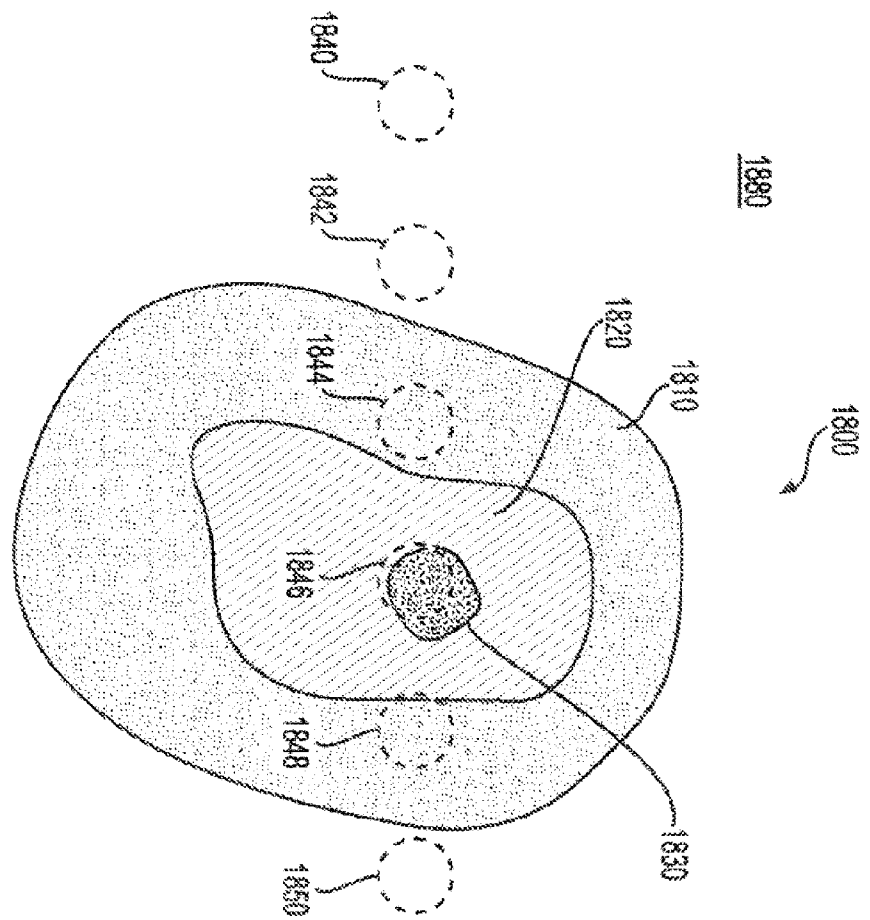


FIG. 184

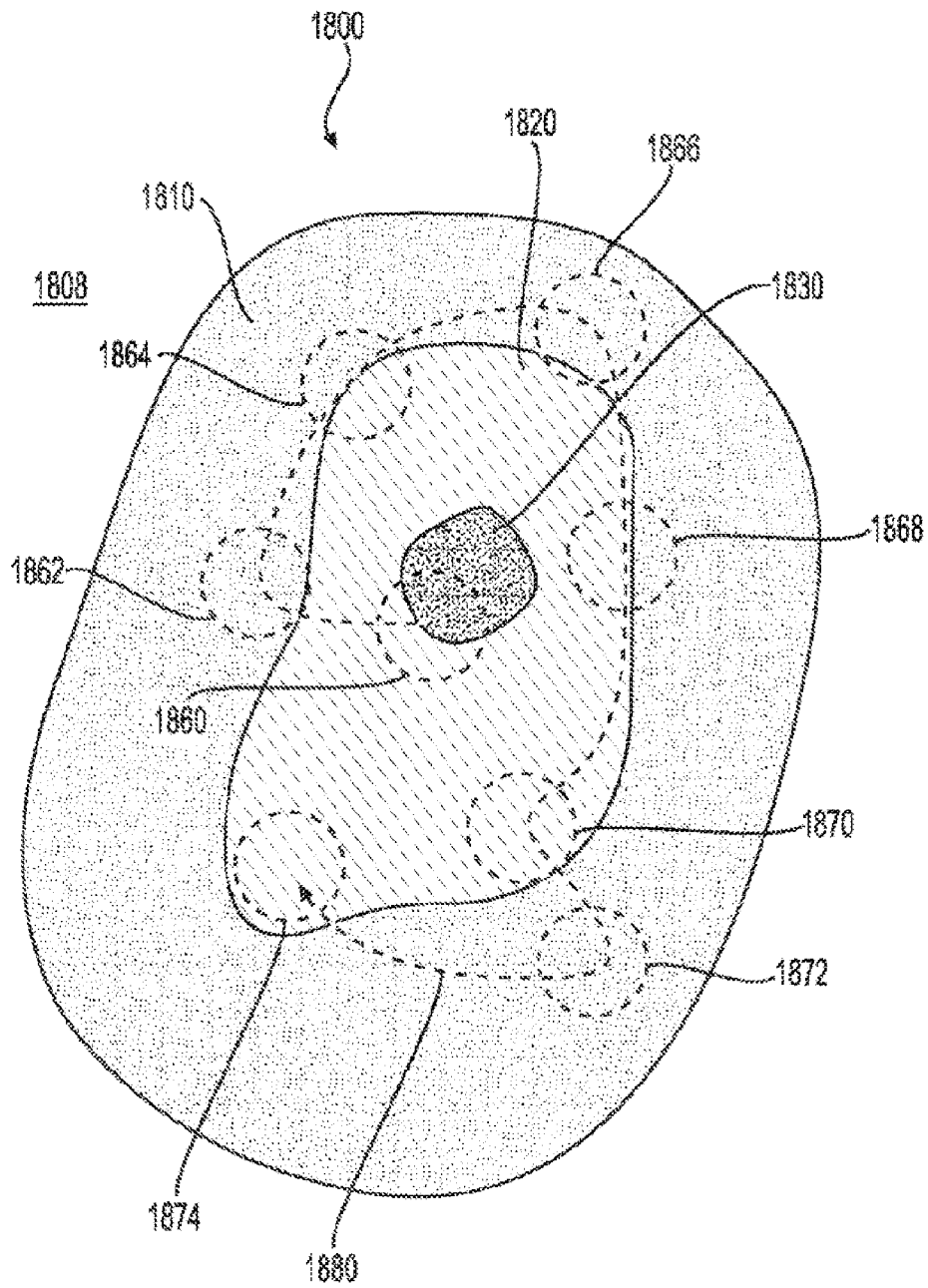


FIG. 18B

PRÁCTICA CLÍNICA ACTUAL RECOMENDADA

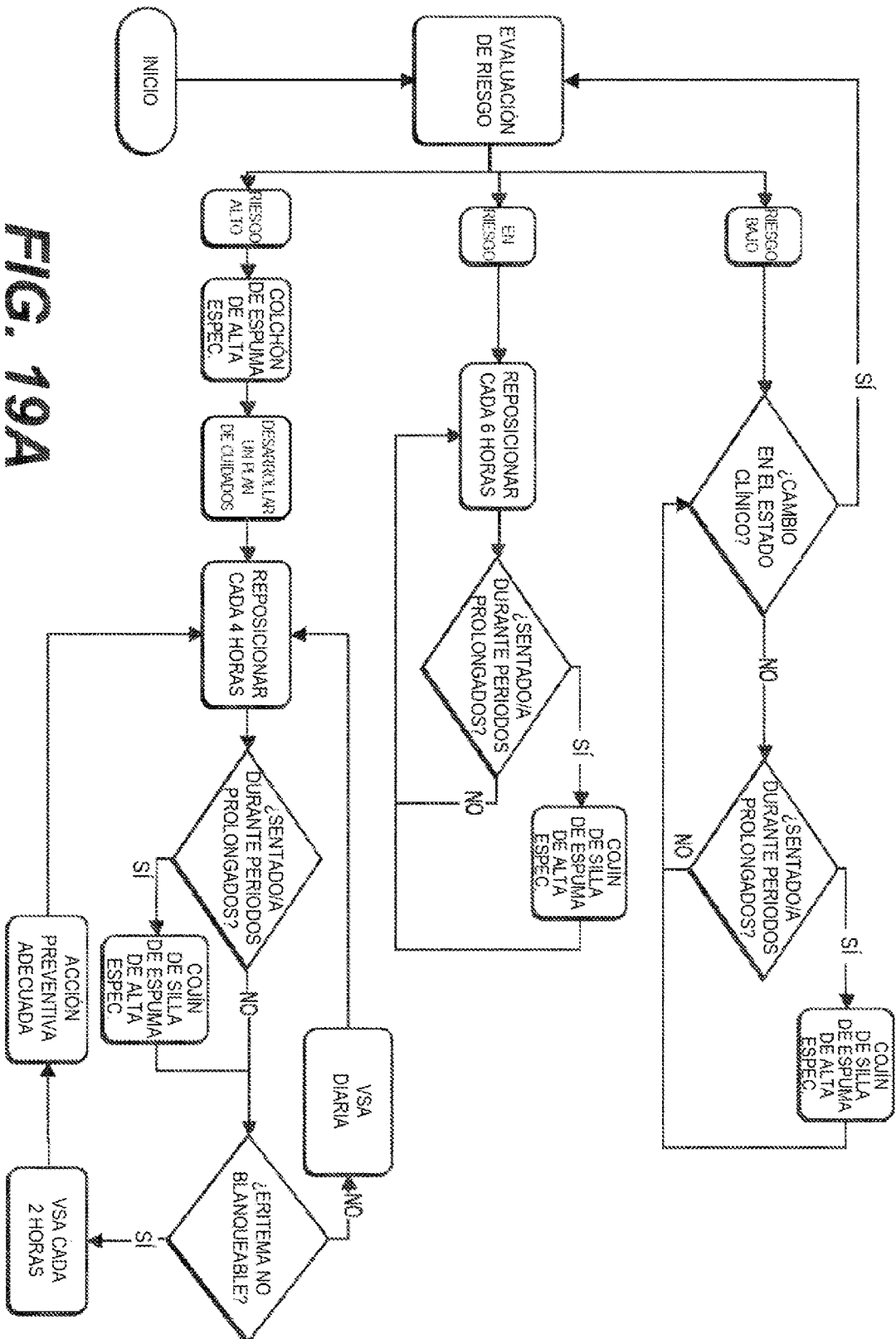
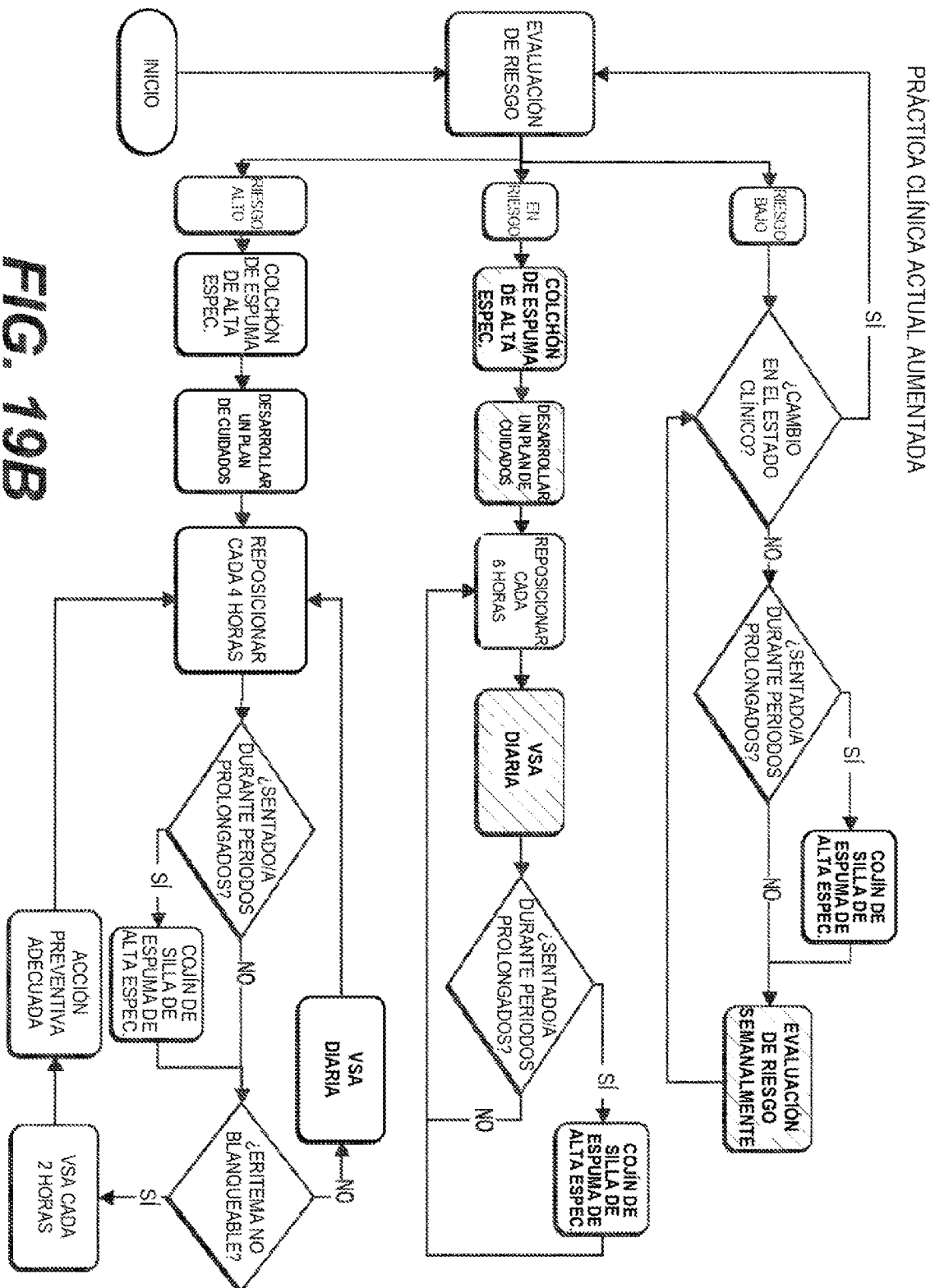


FIG. 19A



SOLO MEDICIÓN DE PERFUSIÓN

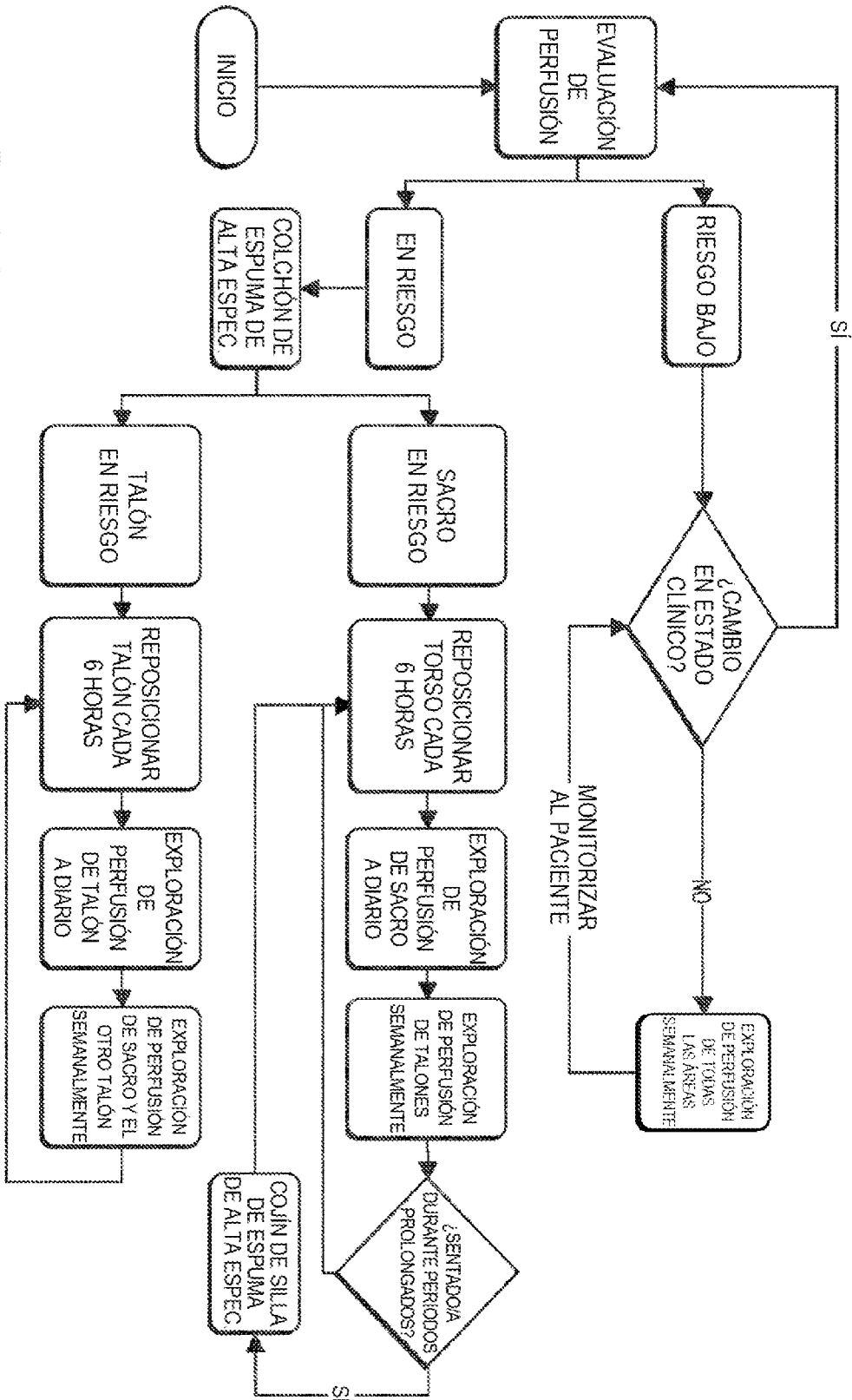


FIG. 20

MEDICIÓN DE PERFUSIÓN COMO AUXILIAR A LA PRÁCTICA CLÍNICA ACTUAL

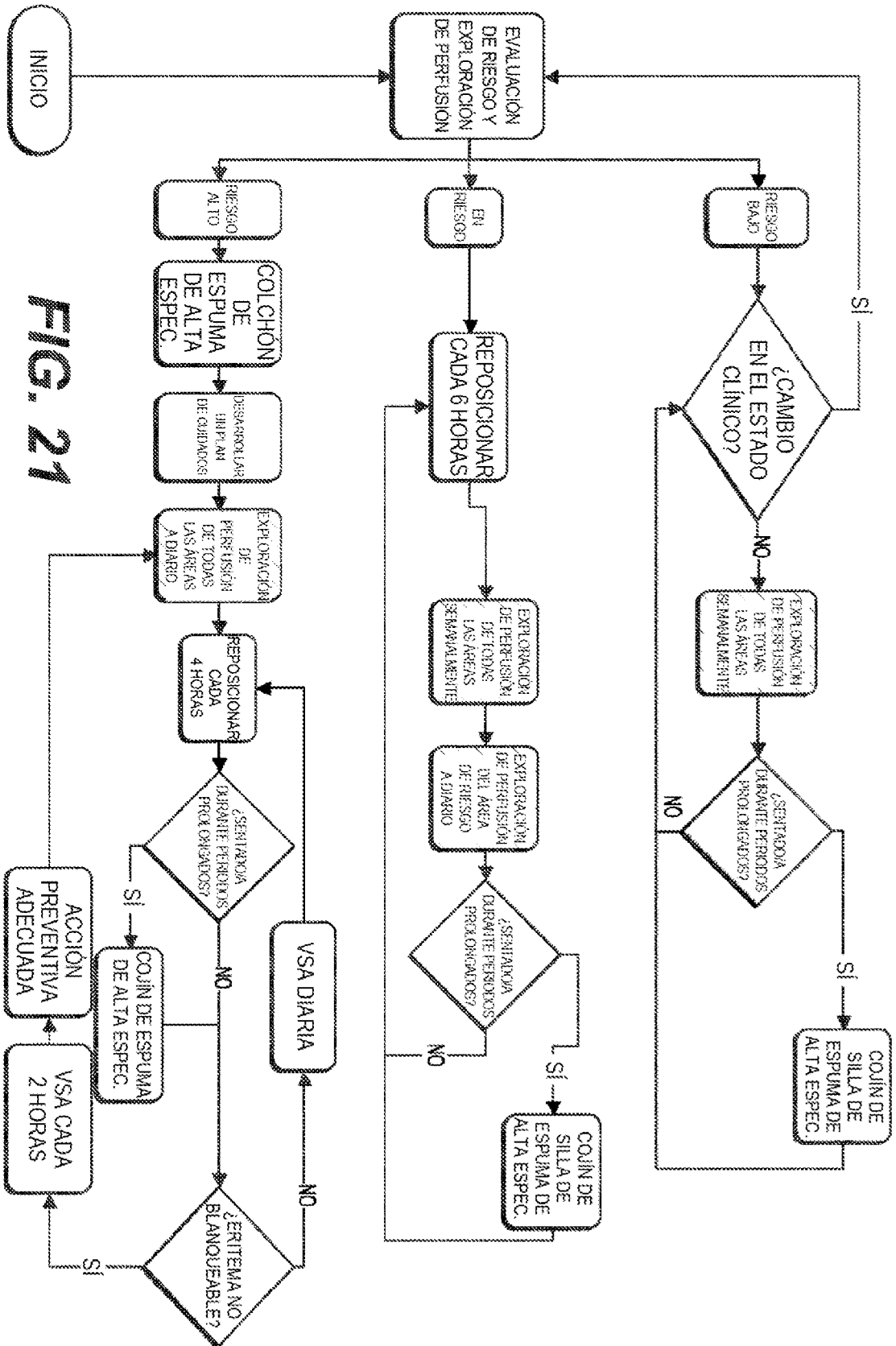


FIG. 21

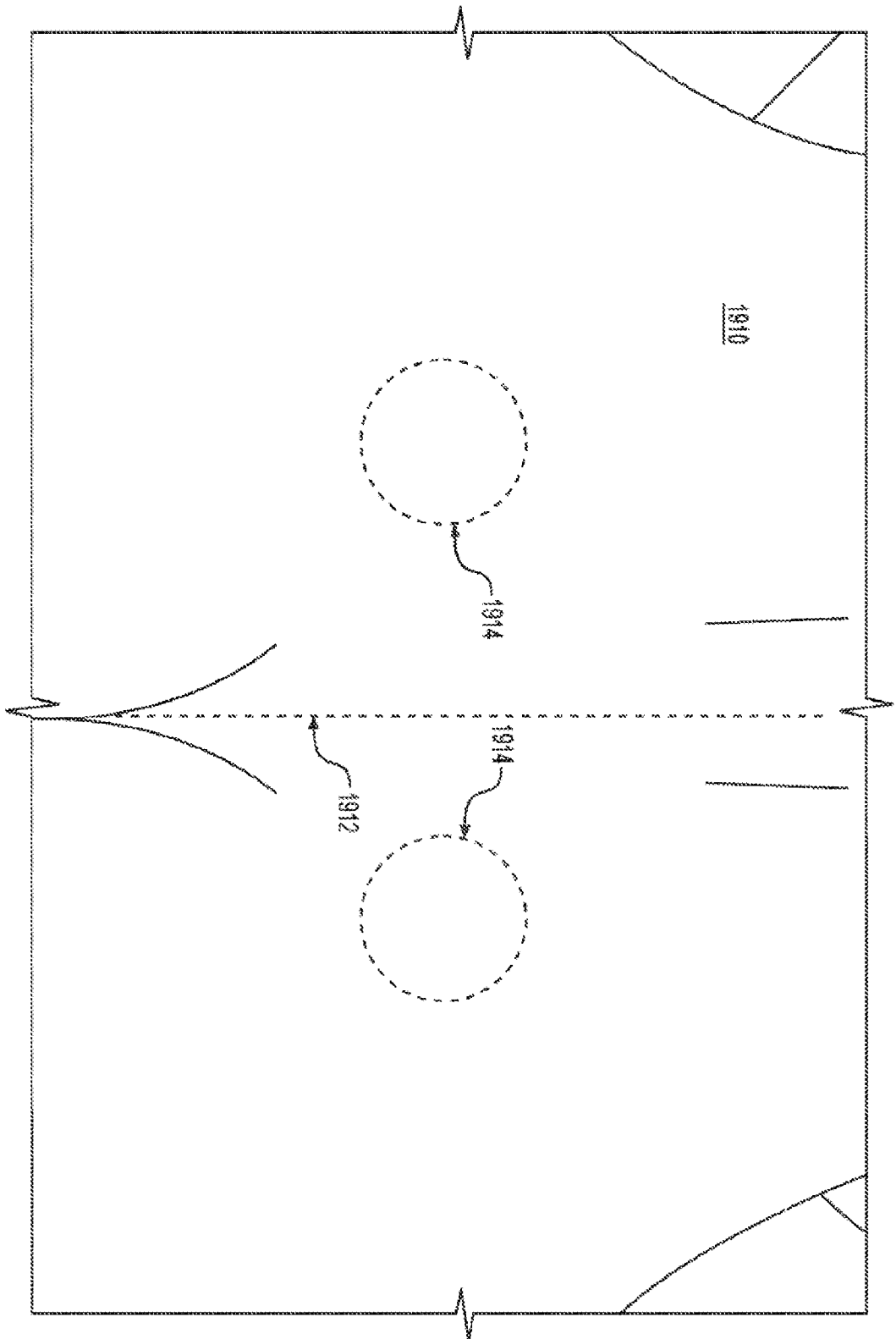


FIG. 22A

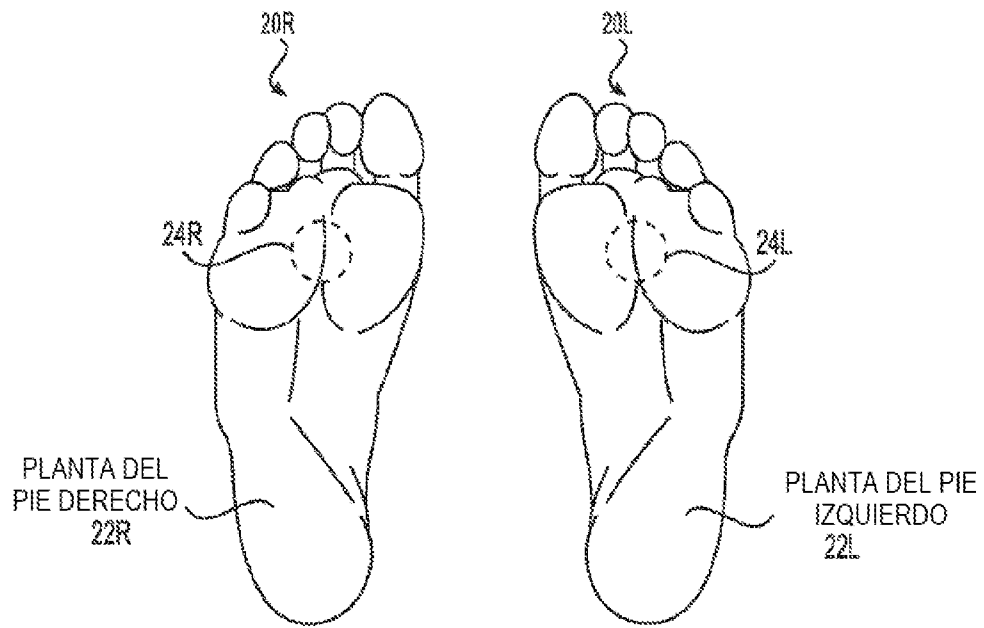


FIG. 22B

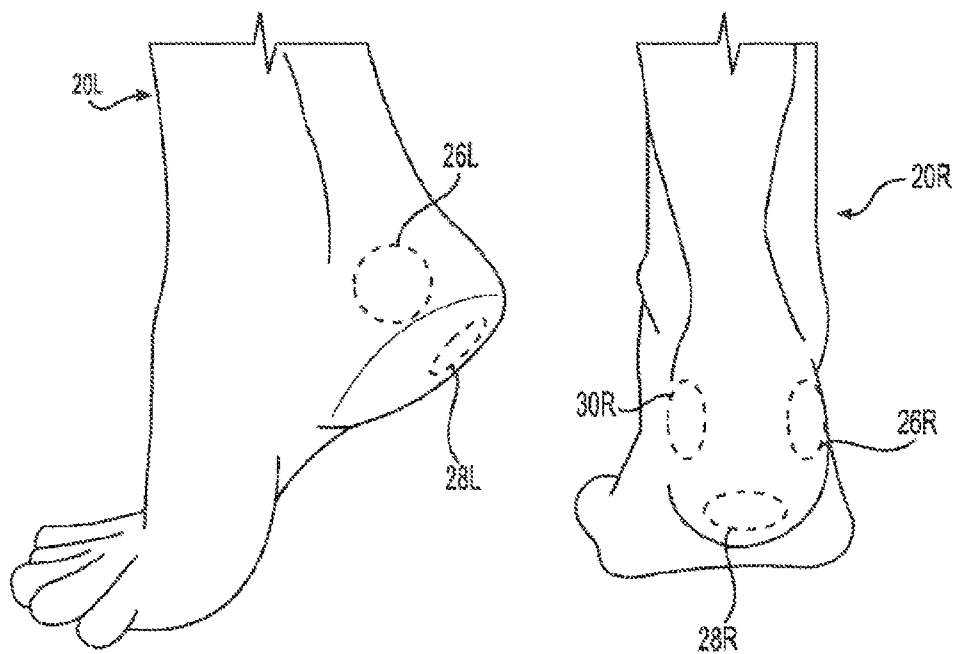


FIG. 22C

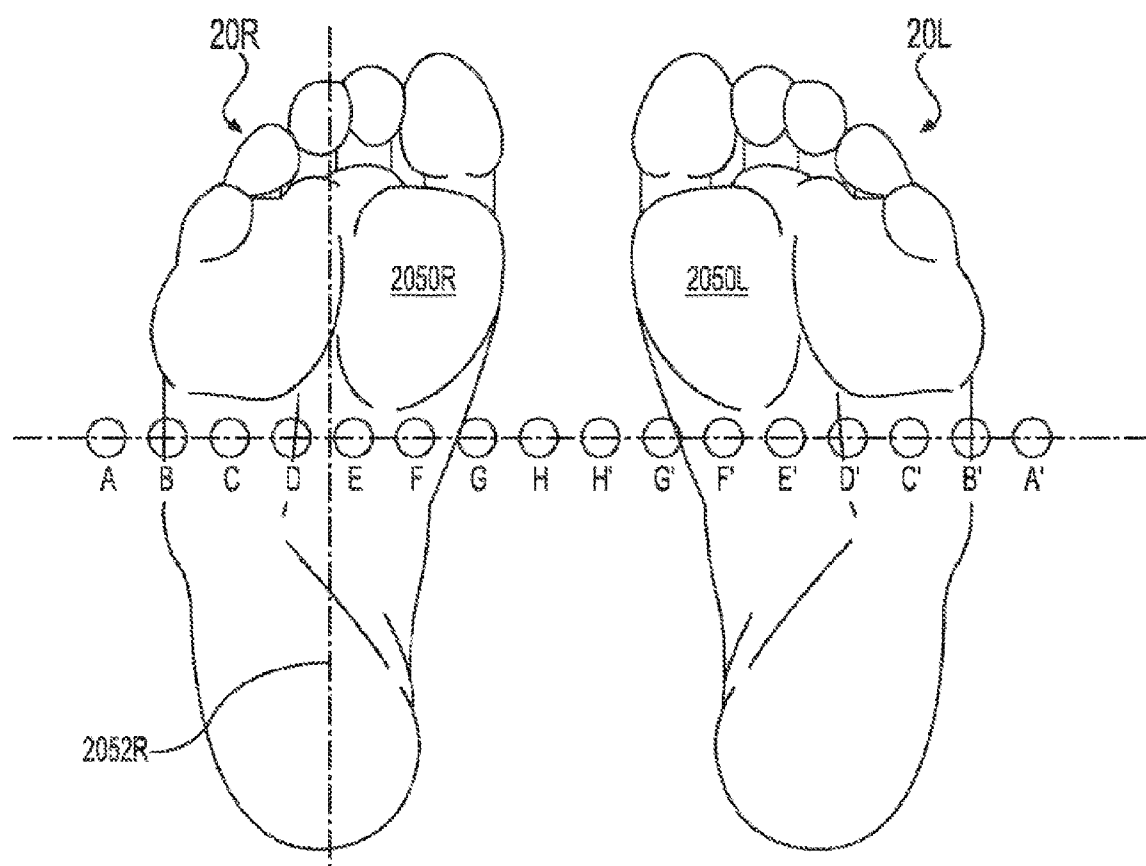


FIG. 23A

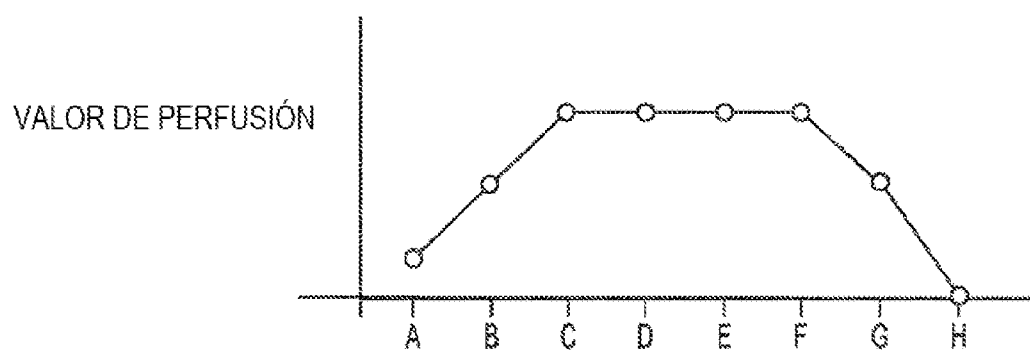


FIG. 23B

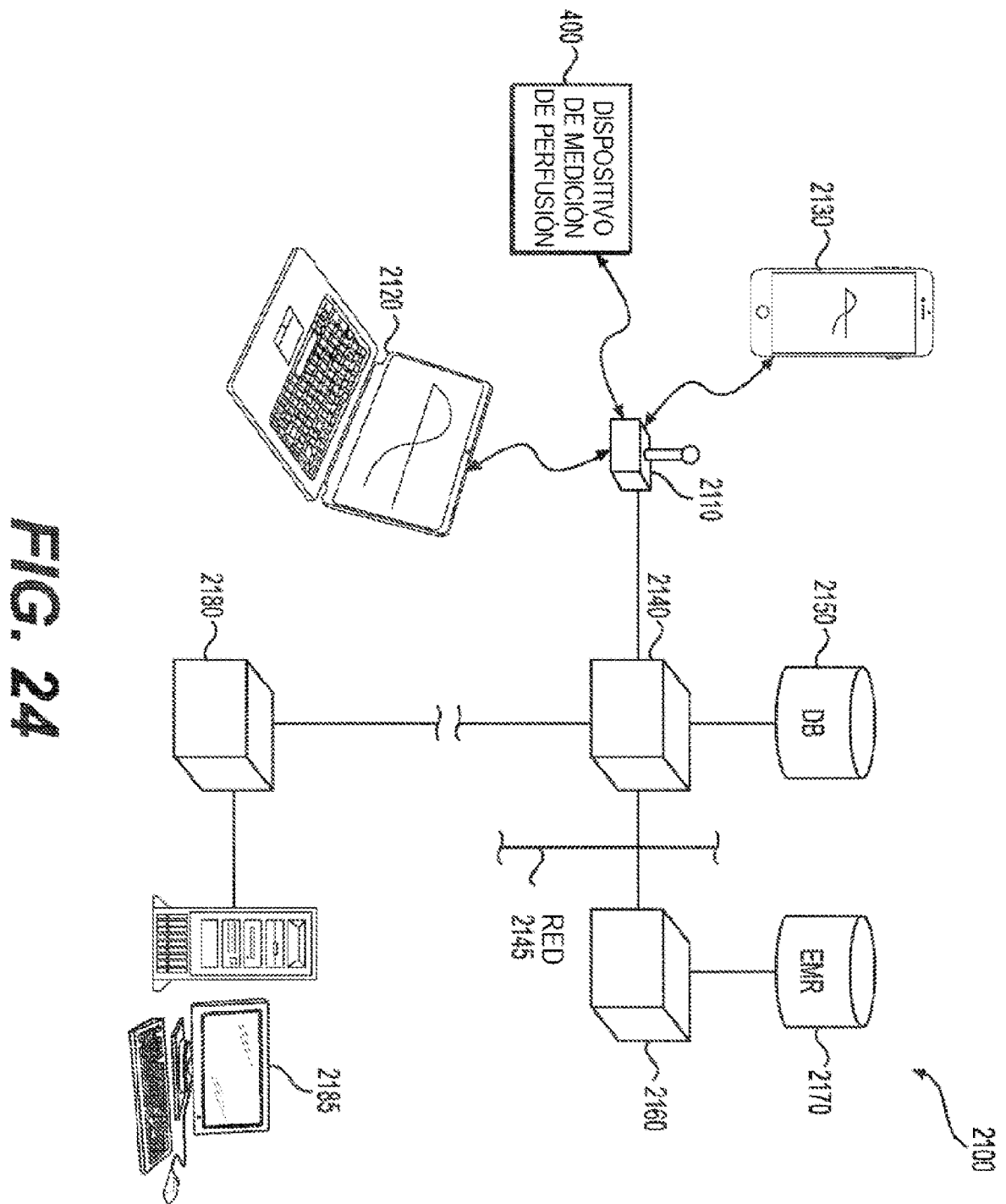
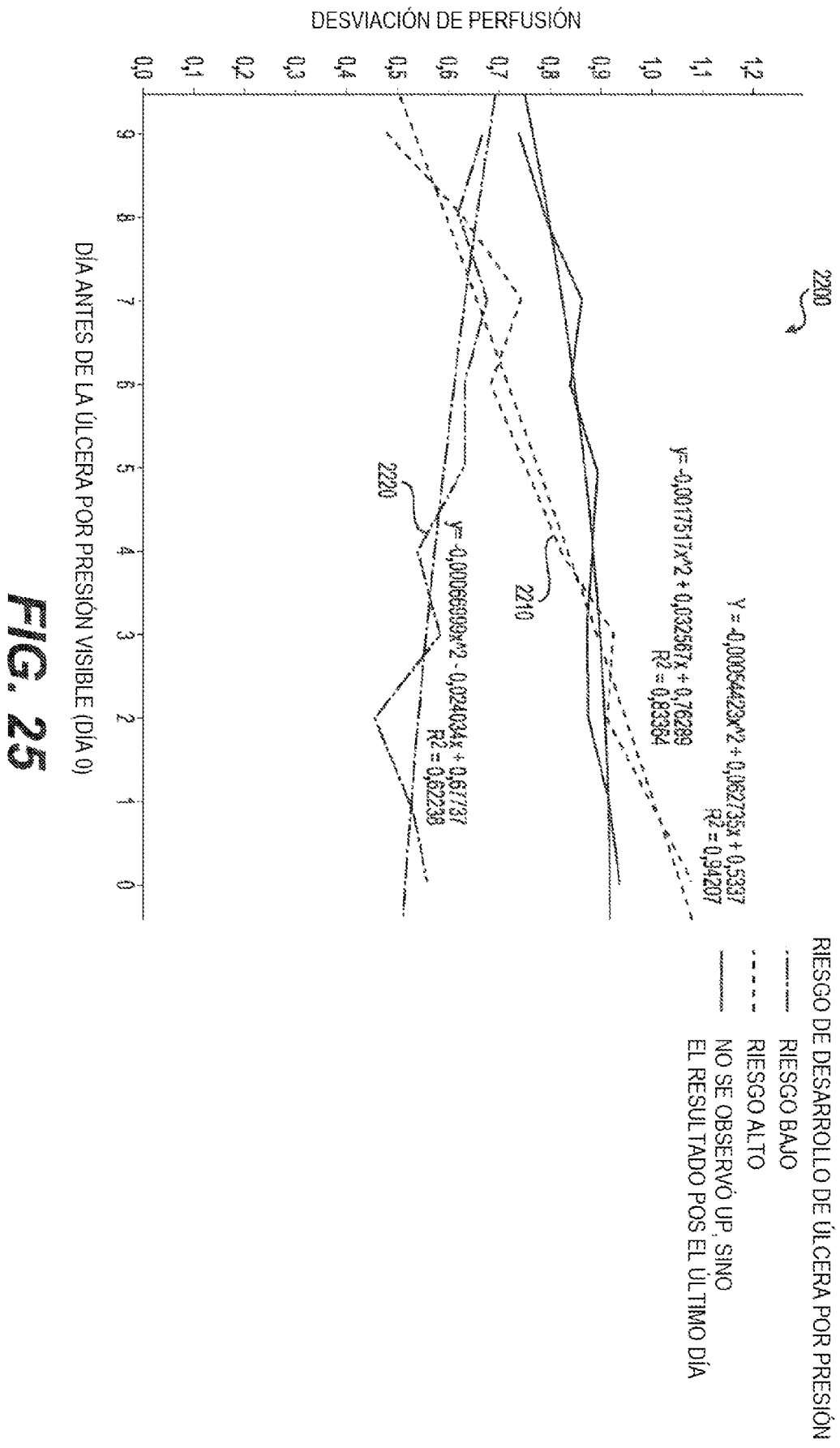


FIG. 24



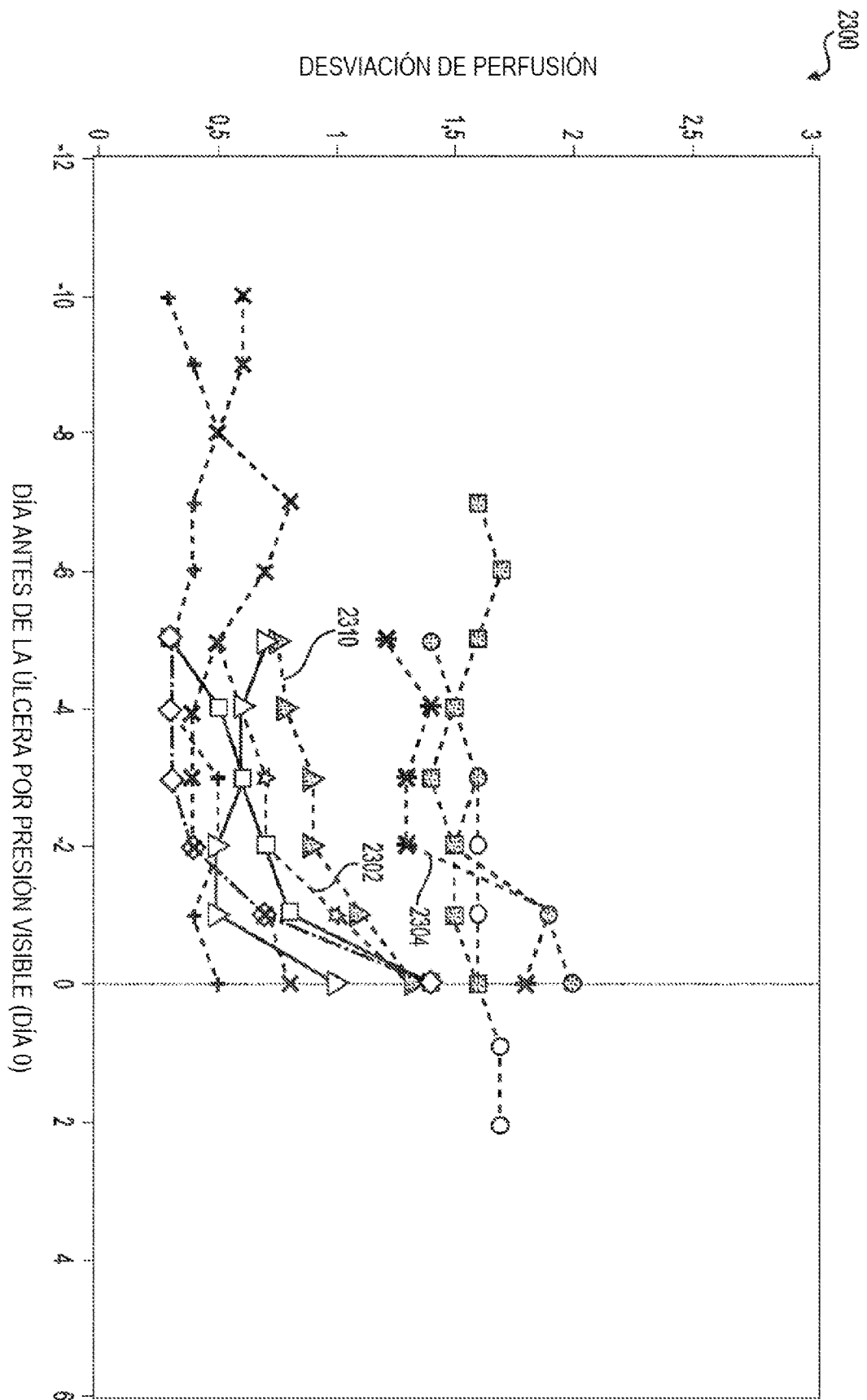
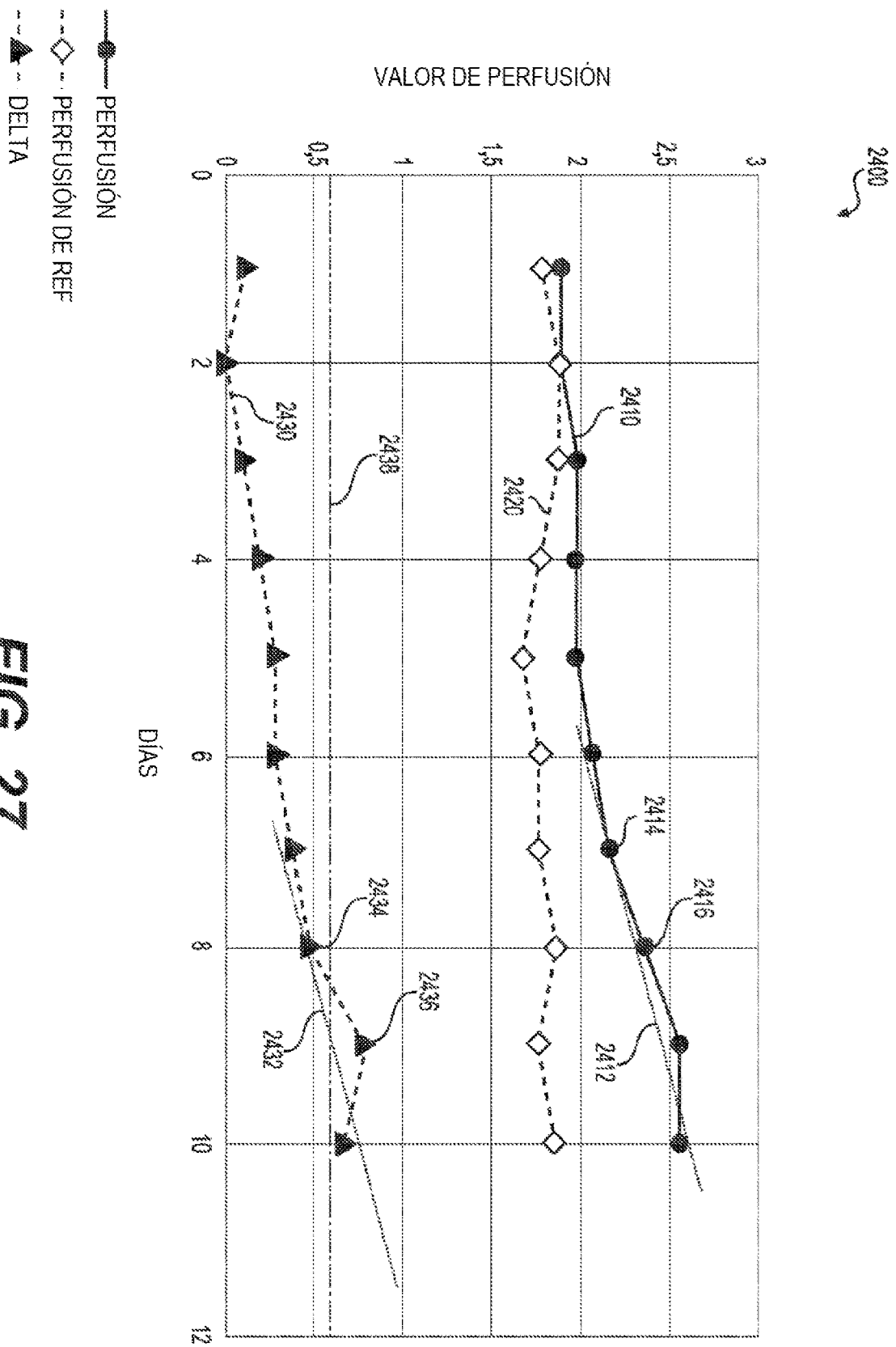


FIG. 26



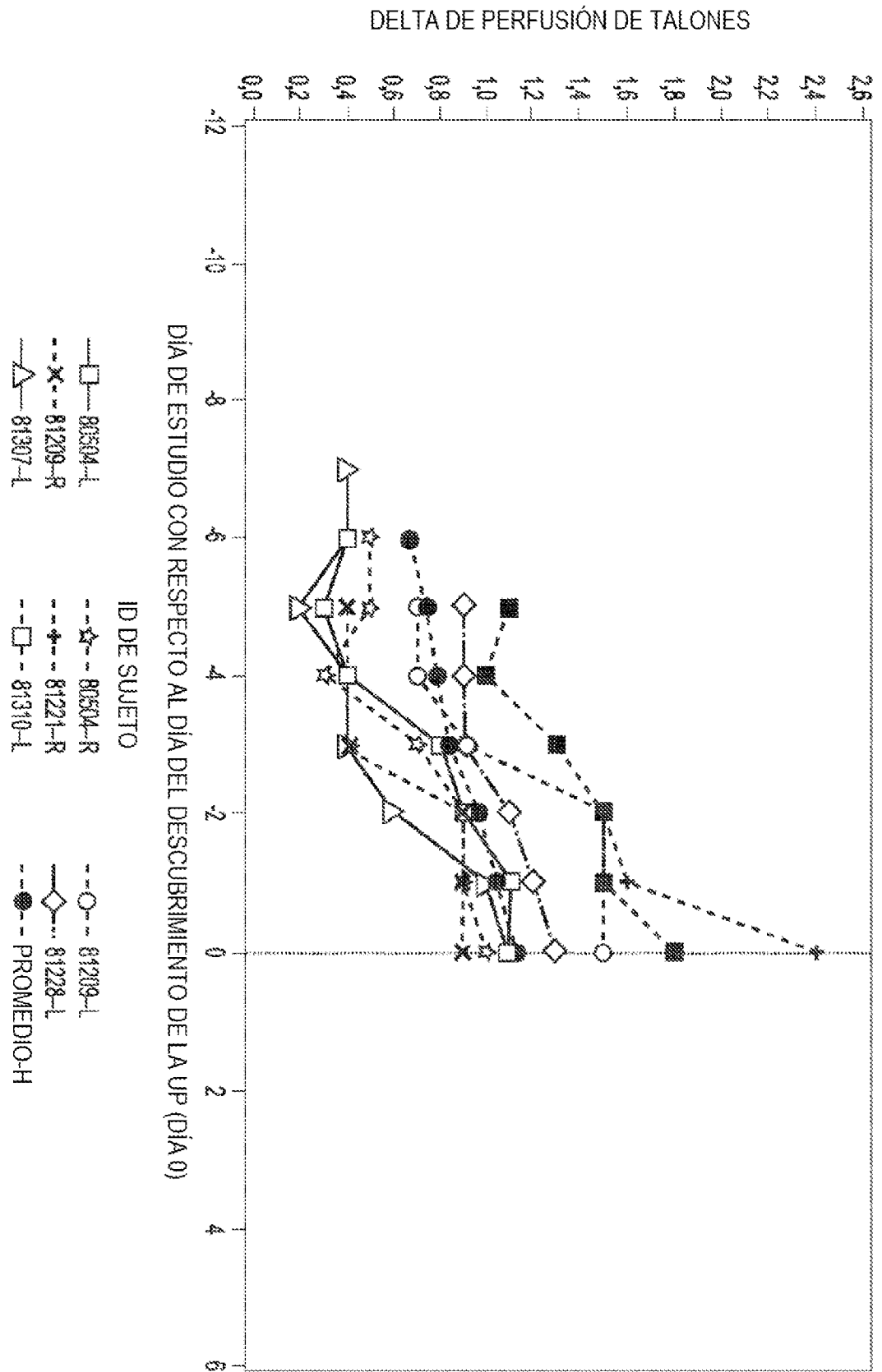


FIG. 28

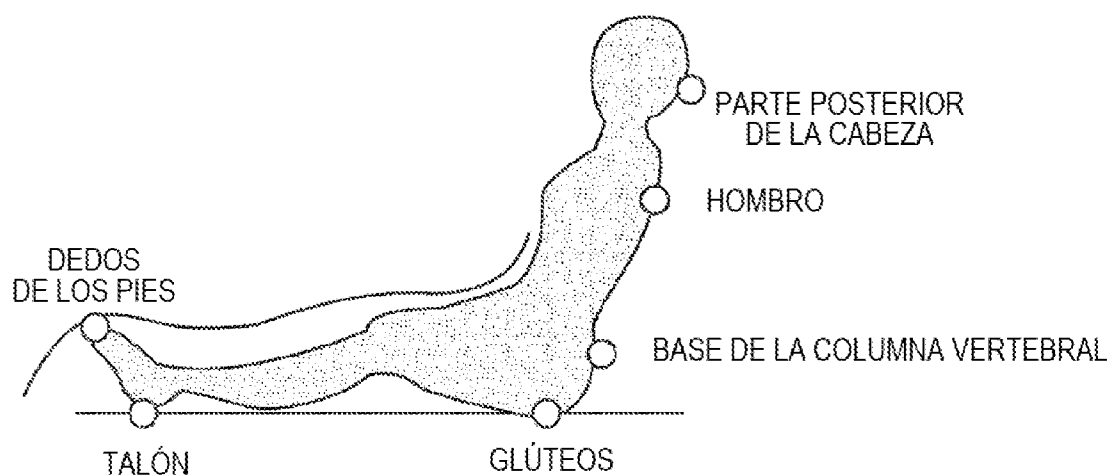


FIG. 29A

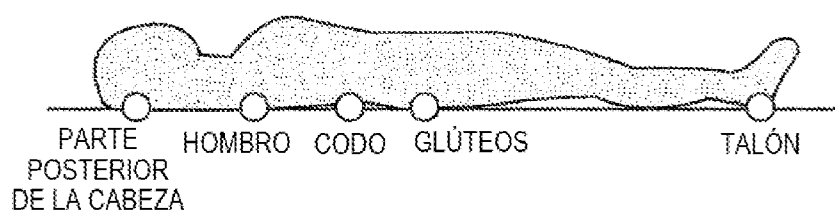


FIG. 29B

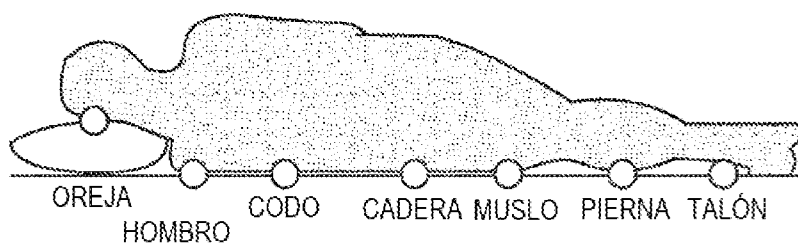


FIG. 29C

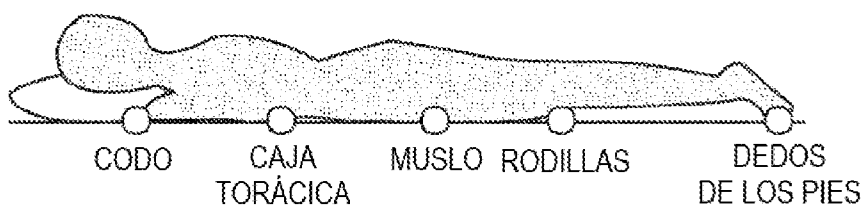


FIG. 29D