

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA PREVENIR LA FORMACIÓN DE ESCARAS

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se relaciona con dispositivos para la medición de presión. Más específicamente, la invención se refiere a dispositivos para la medición de presión para la reducción o prevención de la formación de escaras o úlceras de presión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Pacientes en condiciones especiales que tienen limitaciones de movilidad que los obliga a estar en una misma posición de manera prolongada son afectados por las úlceras de presión o escaras en la piel. Estas afectaciones en la piel ocurren por presiones prolongadas de la piel con la superficie de soporte como camillas, camas o sillas. Las escaras son complicaciones que aumentan el tiempo de recuperación de los pacientes, aumentan los costos asociados para el sistema de salud y pueden causar la muerte en pacientes en condiciones críticas. Las escaras usualmente ocurren en áreas de la piel que se encuentran cercanas a los huesos como los tobillos, la espalda o la cadera. Aunque la generación de escaras se puede potenciar por otras condiciones como la humedad, higiene de la piel o pH, el principal factor es la reducida oxigenación de la piel causada por la presión concentrada del peso del paciente contra la camilla o la silla.

[0003] Para prevenir las escaras, es común que los centros médicos implementen protocolos para girar los pacientes con limitaciones de movilidad cada periodo de tiempo determinado. Sin embargo, esta práctica es costosa ya que implica la revisión de todos los

pacientes y no tiene en cuenta en donde se presentan las presiones o si los pacientes aliviaron la presión por su cuenta.

[0004] En la actualidad, existen dispositivos para la medición de presión en camillas que utilizan materiales piezorresistivos para la prevención de las escaras. Sin embargo, estos dispositivos solamente presentan una sola capa de material piezorresistivo lo cual reduce la resolución de la medición realizada. Aunque existen desarrollos con sensores multicapa, estos se enfocan en la combinación de materiales para realizar una combinación de efectos. Las combinaciones más comunes incluyen implementación de capas piezorresistivas-piezocapacitivas y capas piezorresistivas-piezoeléctricas. Sin embargo, la implementación de combinaciones de diferentes materiales aumenta la complejidad de los dispositivos y aumenta los costos de producción. Por ejemplo, una combinación de capas piezorresistivas-piezocapacitivas implica la implementación de circuitos de excitación y medición en corriente directa (DC) para la capa piezorresistiva y en corriente alterna (AC) para la capa piezocapacitiva.

[0005] Adicionalmente, para aumentar la resolución de los sensores matriciales multicapa es necesario aumentar la capacidad de velocidad de transmisión y procesamiento de información de los dispositivos. Sin embargo, esto es problemático cuando se tienen agrupaciones considerables de camillas en hospitales de grandes dimensiones o cuando se desea implementar un dispositivo de bajo consumo energético basado en baterías para aumentar su portabilidad.

[0006] Existe entonces en la técnica, la necesidad de un dispositivo de medición de presión de alta resolución, bajo costo y que presente un bajo consumo de procesamiento y transmisión de datos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0007] La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de presión para prevenir la formación de escaras que comprende un sensor piezorresistivo multicapa que comprende un primer elemento piezorresistivo que se encuentra ubicado entre un primer elemento conductor y un segundo elemento conductor, y un segundo elemento piezorresistivo que se encuentra ubicado entre el segundo elemento conductor y un tercer elemento conductor. Además, el dispositivo comprende un sensor inercial configurado para capturar movimientos en la superficie del dispositivo y comprende además un módulo de control para recibir la información del sensor piezorresistivo multicapa y del sensor inercial.

[0008] De acuerdo a una realización preferida, los elementos conductores tienen una estructura de líneas conductoras y las líneas conductoras de dos elementos conductores tienen una distribución ortogonal entre sí. El dispositivo además puede comprender un primer elemento de soporte unido al primer elemento conductor, un segundo elemento de soporte ubicado entre el primer elemento de soporte y el primer elemento piezorresistivo y un tercer elemento de soporte unido al primer elemento piezorresistivo, al segundo elemento conductor y al segundo elemento piezorresistivo.

[0009] De manera preferente, el primer elemento de soporte, el segundo elemento de soporte y el tercer elemento de soporte comprenden orificios. Además, el dispositivo puede tener un sensor inercial adicional. El sensor inercial y el sensor inercial adicional

demarcan zonas establecidas y el módulo de control se encuentra configurado para enviar información de manera inalámbrica a un dispositivo externo conectado a una red de datos y adicionalmente configurado para solo transmitir información de las zonas establecidas con movimiento para reducir el volumen de datos transmitidos y procesados.

[0010] En otra modalidad preferida, el módulo de control se encuentra configurado para solo procesar información de las zonas establecidas con movimiento y para emitir una alarma cuando se detecte presión prolongada mayor a un umbral predeterminado en una zona establecida. La alarma se puede transmitir a un teléfono inteligente, un reloj inteligente o un brazalete y contiene una identificación del dispositivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0011] La Figura 1 muestra una vista transversal de la configuración de los elementos conductores y los elementos piezorresistivos de acuerdo a una modalidad de la presente invención.

[0012] La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de una realización del dispositivo de medición de presión de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0013] La Figura 3 muestra una realización del dispositivo de medición de presión de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0014] La Figura 4 muestra una vista superior de una de las capas del sensor piezorresistivo multicapa de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0015] La Figura 5 muestra una vista superior de una de las capas del sensor piezorresistivo multicapa de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0016] La Figura 6 muestra una vista superior de una sección de una de las capas del sensor piezorresistivo multicapa de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0017] La Figura 7 muestra una vista superior de una sección de una de las capas del sensor piezorresistivo multicapa de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0018] La Figura 8 muestra una vista en perspectiva del dispositivo de medición de presión de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0019] La Figura 9 muestra una realización del dispositivo de medición de presión de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0020] La Figura 10 muestra una realización del sensor inercial de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

[0021] La Figura 11 muestra una realización del brazalete de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0022] La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de presión **100** para prevenir la formación de escaras que comprende un sensor piezorresistivo multicapa **101** que comprende un primer elemento piezorresistivo **120** que se encuentra ubicado entre

un primer elemento conductor **110** y un segundo elemento conductor **130**, y un segundo elemento piezorresistivo **140** que se encuentra ubicado entre el segundo elemento conductor **130** y un tercer elemento conductor **150**. La **Figura 1** muestra una vista transversal de la configuración de los elementos conductores y los elementos piezorresistivos de acuerdo a una modalidad de la presente invención. La disposición presentada por el sensor piezorresistivo multicapa **101** aumenta la resolución del dispositivo ya que permite realizar una medición de los cambios de impedancia o resistencia del primer elemento piezorresistivo **120** y del segundo elemento piezorresistivo **140**.

[0023] La medición de los cambios de impedancia o resistencia del primer elemento piezorresistivo **120** se realiza aplicando una tensión entre el primer elemento conductor **110** y el segundo elemento conductor **130**. La medición de los cambios de impedancia o resistencia del segundo elemento piezorresistivo **140** se realiza aplicando una tensión entre el segundo elemento conductor **130** y el tercer elemento conductor **150**. En una modalidad de la invención, también es posible la medición de los cambios de impedancia o resistencia del primer elemento piezorresistivo **120** y el segundo elemento piezorresistivo **140** aplicando una tensión entre el primer elemento conductor **110** y el tercer elemento conductor **150**.

[0024] La implementación de la doble capa de elementos piezorresistivos permite diferenciar con mayor precisión la ubicación y la magnitud de las presiones presentes en el dispositivo sin aumentar significativamente los costos. Los elementos conductores pueden ser flexible y pueden estar embebidos en materiales textiles o ser materiales textiles.

[0025] El dispositivo además comprende un sensor inercial **180** configurado para capturar movimientos en la superficie del dispositivo. Los movimientos superficiales y los esfuerzos cortantes asociados a estos movimientos también son relevantes para la prevención de escaras. Movimientos repetitivos del cuerpo pueden agravar las escaras existentes o acelerar la creación de nuevas escaras debido a la fricción entre la camilla o silla con la piel. Adicionalmente, el dispositivo comprende un módulo de control **185** para recibir la información del sensor piezorresistivo multicapa **101** y del sensor inercial **180** como se muestra en la **Figura 2**.

[0026] La **Figura 3** muestra una modalidad preferida del dispositivo de la presente invención. En esta modalidad, los elementos conductores **110**, **130**, **150** tienen una estructura de líneas conductoras. Adicionalmente, las líneas conductoras de al menos dos elementos conductores pueden tener una distribución ortogonal entre sí. En la modalidad de la **Figura 3**, las líneas del primer elemento conductor **110** y del tercer elemento conductor **150** son ortogonales. Las líneas del segundo elemento conductor **130** y del tercer elemento conductor **150** también pueden ser ortogonales, cuando las líneas del primer elemento conductor **110** y el segundo elemento conductor **130** son paralelas.

[0027] En otra modalidad, las líneas del primer elemento conductor **110** y del segundo elemento conductor **130** son ortogonales y las líneas del segundo elemento conductor **130** y del tercer elemento conductor **150** son ortogonales, es decir que las líneas del primer elemento conductor **110** y el tercer elemento conductor **150** son paralelas. El núcleo **125** del sensor piezorresistivo multicapa **101** comprende los elementos piezorresistivos **120**, **140** y el segundo elemento conductor **130** y puede estar unido en un solo elemento.

[0028] La estructura de líneas conductoras de los elementos conductores y la distribución ortogonal en al menos dos elementos conductores le permite al dispositivo una distribución matricial en donde se forman puntos de presión específicos en la unión de las líneas conductoras de los elementos conductores ortogonales. Adicionalmente, mejora la resiliencia del dispositivo aumentando la cantidad de material piezorresistivo en contacto con cada punto de material conductor, para así aumentar el número de sensores por unidad de área. En una modalidad preferida, el dispositivo puede formar una matriz con mas de 4 puntos de medición de presión por centímetro cuadrado. De manera preferente, la matriz formada puede tener más de 2000 puntos de presión o más específicamente, de más de 4000 puntos de presión.

[0029] En diferentes modalidades, la distribución de las zonas de medición puede variar. En una modalidad preferida, la periferia del dispositivo puede carecer de sensores. En otra modalidad, las zonas de sensado pueden ser seleccionadas con base en las zonas de presión más relevantes en la formación de escaras una cama de tipo hospitalario de 1.90 x 0.90 m.

[0030] De acuerdo con una modalidad, el dispositivo puede ser una sábana ajustable a camas hospitalarias. También puede funcionar en un lazo de realimentación para que una cama hospitalaria eléctrica o electroneumática con conectividad pueda variar las posiciones de la cama a partir de las mediciones de presión realizadas y de esta manera reducir la aparición de lesiones.

[0031] En otra modalidad, el dispositivo puede estar configurado para acoplarse mecánicamente a una silla de oficina o una silla de ruedas. El dispositivo puede estar configurado para la autogestión de la ergonomía para trabajadores en riesgo de lesiones por falta de actividad.

[0032] En una modalidad preferida, los elementos piezorresistivos pueden ser materiales textiles. Los elementos piezorresistivos pueden estar compuestos de un sustrato plástico flexible y un material piezorresistivo. En una modalidad preferida, el sustrato plástico flexible puede ser polyester, poliamida o un material similar y el material piezorresistivo puede ser carbono en fibras. De manera preferente, el polyester puede estar presente en una proporción del 70% al 95% p/p, el carbono en fibras puede estar presente en una proporción del 30% al 5% p/p, el elemento piezorresistivo puede tener una resistividad entre 10^2 Ohms por cuadrado y 10^7 Ohms por cuadrado y las líneas del material pueden tener un grosor entre 0.5 cm y 2 cm. De manera más preferente, el polyester puede estar presente en una proporción del 80% al 95% p/p, el carbono en fibras puede estar presente en una proporción del 20% al 5% p/p, el elemento piezorresistivo puede tener una resistividad entre 10^4 Ohms por cuadrado y 10^6 Ohms por cuadrado y las líneas del material pueden tener un grosor entre 1 cm y 1.5 cm.

[0033] En una modalidad preferida, los elementos conductores pueden ser materiales textiles. Los elementos conductores pueden estar compuestos de un sustrato plástico flexible y un material conductor. En una modalidad preferida, el sustrato plástico flexible puede ser polyester, poliamida o un material similar y el material conductor puede ser fibras de nylon con recubrimiento de plata o un material similar. De manera preferente, el sustrato flexible puede estar presente en una proporción del 10% al 40% p/p, el nylon recubierto de plata puede estar presente en una proporción del 60% al 90% p/p, el elemento conductor puede tener una resistividad menor 10^0 Ohms por cuadrado y las líneas del material pueden tener un grosor entre 0.1 cm y 1 cm. De manera más preferente, el sustrato flexible puede estar presente en una proporción del 20% al 30% p/p, el nylon recubierto de plata puede estar presente en una proporción del 70% al 80% p/p y las líneas del material pueden tener un grosor entre 0.4 cm y 0.6 cm.

[0034] De acuerdo a una modalidad de la presente invención, el dispositivo puede comprender elementos de soporte para la fijación y soporte de los elementos conductores. Adicionalmente, los elementos de soporte pueden aislar mecánicamente los demás elementos del dispositivo y proveen fijación a su estructura interna. Los elementos de soporte pueden tener propiedades mecánicas específicas como flexibilidad o porosidad y pueden ser materiales textiles. Los elementos de soporte pueden prevenir la difusión de humedad y pueden reducir la transmisión de calor a través de las capas. Adicionalmente, los elementos de soporte pueden aislar eléctricamente los demás elementos del dispositivo.

[0035] En una modalidad preferida, el dispositivo puede comprender un primer elemento de soporte **160** unido al primer elemento conductor **110**, un segundo elemento de soporte **161** ubicado entre el primer elemento de soporte **160** y el primer elemento piezorresistivo **120**. Además, puede tener un tercer elemento de soporte **162** unido al primer elemento piezorresistivo **120**, al segundo elemento conductor **130** y al segundo elemento piezorresistivo **140**. Las **Figuras 4 y 5** muestran modalidades preferidas de elementos conductores y elementos de soporte.

[0036] De acuerdo a una modalidad, al menos uno de los elementos de soporte puede presentar orificios o hendiduras en el material en los puntos de presión para reducir la interfaz entre los elementos conductores y los elementos piezorresistivos. De manera preferente, el primer elemento de soporte **160**, el segundo elemento de soporte **161** y el tercer elemento de soporte **162** comprenden orificios.

[0037] El dispositivo puede dividirse en porciones para facilitar los procesos de manufactura, corte, ensamblaje y/o manipulación. Adicionalmente, permite el monitoreo y el mantenimiento por secciones en caso de fallas. Cada sección puede presentar una etiqueta de identificación **170**. Las **Figuras 6 y 7** muestran ejemplos de secciones horizontales y verticales de acuerdo a una modalidad de la presente invención. De acuerdo a esa modalidad de la invención, el dispositivo puede tener 6 secciones horizontales y 3 secciones verticales.

[0038] Las **Figuras 8 y 9** muestran una implementación del dispositivo por secciones de acuerdo a una modalidad de la invención. El primer elemento conductor **110** se muestra presente en la superficie del dispositivo y el tercer elemento conductor **150** en la parte inferior del dispositivo. El segundo elemento conductor **130**, el primer elemento piezorresistivo **120** y el segundo elemento piezorresistivo **140** (no mostrados en las Figuras) se encuentran comprendidos entre el primer elemento conductor **110** y el tercer elemento conductor **150**.

[0039] La **Figura 10** muestra el sensor inercial **180** de acuerdo a una modalidad de la invención. El sensor inercial **180** puede estar ubicado en alguna de las superficies exteriores del dispositivo o en el interior del dispositivo. Por ejemplo, el sensor inercial **180** puede estar ubicado en los laterales del dispositivo, cercano a las etiquetas de identificación **170** o en la parte inferior del dispositivo, cercano al tercer elemento conductor **150**.

[0040] De acuerdo con otra modalidad de la invención, el dispositivo puede tener un sensor inercial adicional **181**. El sensor inercial **180** y el sensor inercial adicional **181** demarcan zonas establecidas de movimiento sobre la superficie del dispositivo. Las zonas

establecidas de movimiento pueden ser equivalente a la cuadrícula formada por las secciones horizontales y verticales del dispositivo. En otra modalidad, las zonas establecidas de movimiento son diferentes a las secciones del dispositivo. Las zonas establecidas de movimiento permiten seleccionar solo las mediciones de presión de zonas en donde se detecta movimiento. La selección reduce la cantidad de datos procesados y/o transmitidos por el dispositivo lo cual permite una implementación con circuitos menos complejos y permite un consumo de energía menor en cuanto la medición de presión puede realizarse solo en las zonas establecidas en donde se detecte movimiento. La reducción en el consumo de energía establece la posibilidad de implementar el dispositivo con baterías para mejorar su portabilidad y facilitar su implementación en camillas o sillas móviles.

[0041] En una modalidad preferida de la invención, el sensor inercial **180** y/o el sensor inercial adicional **181** pueden ser un acelerómetro, un giroscopio, una unidad de medición inercial o una combinación de estos. Los sensores pueden estar configurados para detectar variables en 1, 2 o 3 ejes cartesianos.

[0042] De manera preferente, el módulo de control **185** se encuentra configurado para enviar la información de los sensores a un dispositivo externo **190** conectado a una red de datos. El dispositivo externo **190** conectado a la red de datos se encuentra configurado para procesar la información de los sensores. La transmisión de la información del módulo de control **185** al dispositivo externo **190** se puede realizar por medio de comunicación inalámbrica. De manera preferida, el módulo de control **185** se encuentra configurado para solo transmitir información de las zonas establecidas con movimiento para reducir el volumen de datos transmitidos y procesados. Esto es ventajoso para la implementación de

una red de dispositivos conectados a la misma red de datos y al mismo dispositivo externo **190**.

[0043] En otra modalidad preferida, el módulo de control **185** del dispositivo se encuentra configurado para solo procesar información de las zonas establecidas con movimiento. El dispositivo puede emitir una alarma cuando se detecte presión prolongada mayor a un umbral predeterminado en una zona establecida. El umbral predeterminado puede variar dependiendo de factores del paciente y otras condiciones. Las condiciones del paciente incluyen peso, edad, enfermedad limitante de movilidad entre otros. Las otras condiciones relevantes pueden ser pH de la piel, humedad relativa, temperatura entre otros. De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el dispositivo puede comprender además otros sensores como sensores de temperatura, humedad, sonido, intensidad de luz entre otros.

[0044] De manera preferente, la alarma puede contener una identificación del dispositivo. De manera más preferente, la alarma puede contener información de la zona en donde se detectó la presión prolongada.

[0045] De acuerdo con otra modalidad de la invención el dispositivo puede comprender un módulo de memoria para almacenar la información histórica de los cambios de presión del paciente. La información histórica puede utilizarse para dar indicaciones específicas para prevenir la repetición de zonas de presión prolongada anteriores. En conjunto con el módulo de memoria, la alarma puede contener información específica de como posicionar el paciente.

[0046] La alarma se puede transmitir a un teléfono inteligente, un reloj inteligente o un brazalete 195. La **Figura 11** muestra una modalidad del brazalete 195 que permite la vinculación directa e inmediata de los cuidadores al proceso de prevención de escaras. El brazalete 195 puede tener un módulo para recibir información de manera inalámbrica, un módulo de vibración, un indicador alfanumérico y al menos un botón de opciones.

[0047] Las modalidades aquí reveladas ejemplifican la invención, la cual no está limitada a dichas realizaciones, y su alcance puede incluir variaciones y modificaciones obvias de dichas modalidades. Las modalidades presentadas pueden alterarse sin apartarse del concepto inventivo de la invención. Este documento se presenta con fines ilustrativos y no debe interpretarse como una descripción exhaustiva de todas las realizaciones posibles de la invención o para limitar el alcance de las reivindicaciones a los elementos específicos ilustrados o descritos en relación con estas realizaciones. Por ejemplo, y sin limitación, cualquier elemento individual de la invención descrita puede ser reemplazado por elementos alternativos que proporcionan una funcionalidad sustancialmente similar o un funcionamiento adecuado. Además, las realizaciones descritas incluyen una pluralidad de características que se describen en conjunto y que podrían proporcionar conjuntamente una colección de beneficios. La presente invención no se limita solo a aquellas realizaciones que incluyen todas estas características o que proporcionan todos los beneficios establecidos, excepto en la medida en que se establezca expresamente en las reivindicaciones. Cualquier referencia a elementos en singular, no debe interpretarse como una limitación del elemento únicamente en singular.