

PATENTE DE INVENCION

SISTEMA Y MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DE ALIMENTOS INDIVIDUALES O MENÚS COMPUESTOS Y LA ESTIMACIÓN DE BOLOS DE INSULINA

RESUMEN

La presente invención está relacionada con un sistema para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos y la estimación de bolos de insulina para una persona con diabetes mellitus tipo 1. La estimación de la dosis o bolos de insulina necesarios para cubrir la cantidad de carbohidratos ingeridos por un usuario, se realiza por medio de un procesador de datos que comprende un sistema de procesamiento de los mismos; asimismo, la adquisición de los datos se realiza a través de un método de acuerdo al descrito por la invención.

SECTOR TECNOLÓGICO:

La presente invención se encuentra dentro de sector de la metrología física, relacionada con el cálculo y procesamiento de datos recibidos a partir de la determinación del peso de los alimentos, cuyo objeto es el suministro del contenido de carbohidratos por gramo de alimento y la estimación de bolos de insulina necesarios para cubrir la cantidad de carbohidratos ingeridos por el usuario que padece diabetes mellitus tipo 1.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION:

La diabetes mellitus tipo 1 (DM1) es una enfermedad autoinmune y metabólica que ataca las células del propio organismo. Se caracteriza por la destrucción selectiva de



las células beta del páncreas causando una deficiencia absoluta de insulina y, por lo general, se presenta en el organismo antes de los 30 años.

El tratamiento de la diabetes mellitus tipo 1 está dirigido al control de la cetoacidosis diabética y de los bajos niveles de glucemia por medio de la administración exógena de insulina, a la planificación de las comidas y la realización de actividad física en el marco de la educación diabetológica. Por lo general, se prefiere un equilibrio entre la ingesta de alimentos y el suministro de insulina para regular los niveles de glicemia. Si la ingesta de comidas y la insulina no se encuentran en equilibrio, pueden presentarse cambios drásticos en los niveles de glucemia produciendo hiperglicemia o hipoglicemia.

Dentro de las alternativas para el control de la diabetes mellitus 1, correspondiente al equilibrio en la ingesta de carbohidratos y el suministro de bolos de insulina, una primera solución para conocer y controlar la ingesta de carbohidratos se plantea en el documento de patente WO2013086372. En este se dispone un sistema de registro y detección de los datos correspondientes al contenido de carbohidratos y/o calorías de los alimentos servidos a un sujeto. Para tal fin, divulga un sistema de detección de la ingesta que comprende, al menos una balanza en la que se disponen los alimentos a ser consumidos y proporciona datos en tiempo real del consumo de los mismos mediante la determinación del peso de los alimentos. Este dispositivo es administrado por un sistema de procesamiento de datos. Sin embargo, este sistema no proporciona información relacionada con los bolos de insulina necesarios para compensar la ingesta de alimentos.

Otra forma de facilitar el mantenimiento del equilibrio entre la ingesta de carbohidratos y el suministro de bolos de insulina corresponde al uso de un método implementado por computadora divulgado en el documento US2016070871, el cual recomienda la dosis de insulina mediante un método que determina una pluralidad de dosis de insulina por medio de un calculador de bolos, dicho cálculo se realiza a partir de una serie de datos suministrados por el usuario con anterioridad; el uso de un aparato computacional permite buscar en memoria y ejecutar un algoritmo que tiene como objetivo determinar la dosis óptima para el paciente.



Una solución similar fue planteada en el documento WO2005081171, el cual da a conocer el cálculo de bolos de insulina utilizando un aparato de comunicación móvil. La estrategia corresponde a la implementación de una aplicación sobre el aparato de comunicación móvil que utiliza la predicción de glucosa en la sangre y un algoritmo para calcular los bolos de insulina. Para realizar dicho cálculo es necesario tener unos datos de entrada que comprenden porciones de comida, ejercicio, toma del medicamento (insulina), niveles de glucosa entre otros, con el apoyo de una base de datos que contiene información relacionada con el contenido de azúcares de los alimentos.

Por su parte, la invención divulgada en el documento US2003055570 calcula la cantidad de insulina por medio de un sistema de procesamiento de datos. Utiliza la cantidad de carbohidratos consumidos en las comidas, dato suministrado por el usuario; específicamente le permite al usuario determinar el perfil carbohidratos cubiertos por unidad de insulina en un tiempo determinado y luego brinda al usuario la información de la cantidad de insulina que debe inyectarse para mitigar los efectos de la diabetes mellitus tipo 1. El resultado presentado como dosis o bolos depende de las ecuaciones presentadas en este documento que permiten el desarrollo de manera eficiente.

Si bien las anterioridades proponen diferentes opciones para controlar la diabetes mellitus 1 mediante el equilibrio entre la ingesta de alimentos y la dosis de insulina administrada, todas se basan en la información que ingresa el usuario, de manera que no garantiza que esta sea suficientemente precisa y/o exacta, por lo que el dato de bolos de insulina, cuando es proporcionado, podría no compensar la ingesta de carbohidratos, por el contrario, la incertidumbre en el cálculo de las dosis o bolos de insulina tiene una zona de tolerancia amplia.

La invención presentada integra la proporción de los bolos de insulina necesarios para un paciente con diabetes mellitus tipo 1 con base en la cantidad exacta de carbohidratos, mediante un sistema de procesamiento de datos, de manera que garantiza una baja incertidumbre en las magnitudes suministradas.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención corresponde a un sistema cuantificador de carbohidratos y bolos de insulina, para un usuario que padece diabetes mellitus tipo 1, que comprende un dispositivo electrónico de pesaje para alimentos y un procesador de datos que recibe información del dispositivo de pesaje (1) por vía Bluetooth, es decir, una red inalámbrica de área personal que posibilita la transmisión de datos entre diferentes dispositivos. La presente invención permite una interacción cómoda entre el usuario y la interfaz visual del dispositivo que contiene el procesador de datos, asimismo, calcula el contenido de los carbohidratos de la dieta del usuario a partir del tipo y peso de los alimentos, además de ciertas características variables de los mismos y, con base en este resultado, le brinda de manera confiable al usuario la dosis o bolos de insulina necesarios para cubrir los carbohidratos contenidos en la comida analizada y/o corregir el nivel de glucosa en la sangre del paciente.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

La Figura 1 muestra la interacción entre los componentes de la invención.

La Figura 2 representa el diagrama de bloques del método de cuantificación de bolos de insulina y carbohidratos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con un sistema para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos y la estimación de bolos de insulina para un paciente con diabetes mellitus tipo 1 (DM1), que comprende:

A) un dispositivo de pesaje (1), en donde el dispositivo está configurado para medir la masa de los alimentos, que comprende:



- una celda de carga o transductor de fuerza, que comprenden una o varias piezas de metal a la que se adhieren galgas extensiométricas;
- una pantalla digital, la cual presenta los resultados de la medición;
- un teclado, el cual comprende controles físicos seleccionados de auto cero (TARE), encendido y apagado del dispositivo;
- una fuente de energía de corriente directa, seleccionada de preferiblemente baterías, más preferiblemente de baterías tipo triple A (AAA);
- un módulo Bluetooth seleccionado de 2.0, 2.1, 3.0, 4.0 y 5.0, el cual transmite y recibe información, con alcance amplio y un bajo consumo de energía;

B) un dispositivo electrónico (2), en donde el dispositivo comprende:

- un módulo Bluetooth seleccionado de 2.0, 2.1, 3.0, 4.0 y 5.0, el cual transmite y recibe información, con alcance amplio y bajo consumo de energía;
- un procesador de datos, en donde el procesador recibe datos del dispositivo de pesaje (1), que comprende núcleos de procesamiento, los cuales realizan operaciones lógicas y aritméticas mediante circuitos digitales;
- una interfaz humano-máquina, en donde la interfaz permite al usuario recibir la información acerca del contenido de carbohidratos de la dieta y así mismo recibir información de la dosis o bolos de insulina calculados;
- una memoria ROM programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), la cual almacena datos sin que estos cambien, no obstante, también se puede escribir mediante un procedimiento de borrado y programación;
- una memoria RAM, en donde la memoria direcciona los datos y señales que reciba el procesador de datos.

C) una base de datos (3) que comprende la información del contenido de carbohidratos por gramo de alimento, en donde dicha información depende de las características del alimento, en donde la base de datos comprende la información del contenido de carbohidratos, grasa, proteína e índice glicémico de los alimentos; y,

D) un sistema de comunicaciones (4) que comprende:



- dos dispositivos Bluetooth en donde cada uno comprende un dispositivos de radio, encargados de modular y transmitir las señales entre el dispositivo de pesaje (1) y el dispositivo electrónico; y,
- un dispositivo digital compuesto de una unidad central de procesamiento, un procesador de señales digitales configurado para controlar el enlace del sistema.

En donde el dispositivo de pesaje (1), el dispositivo electrónico (2) y la base de datos (3) de la invención se encuentran configurados de tal manera que se puedan comunicar mediante el sistema de comunicaciones (4), tal como se ilustra en la Figura 1; permitiendo la adquisición y procesamiento de datos por medio de un método para la detección del contenido de carbohidratos, en donde los datos son presentados al usuario a través de la interfaz humano-máquina.

El dispositivo electrónico (2) permite al usuario crear un registro propio, en donde el registro comprende información como los datos personales, los parámetros de sensibilidad, que indican cuanta glucosa es metabolizada por unidad de insulina, y finalmente la ratio, en donde dicho parámetro indica cuantos carbohidratos cubre una unidad de insulina. La anterior información es guardada en la memoria EEPROM para su posterior procesamiento, esto es, para la posterior determinación de los bolos de insulina necesarios para cubrir los carbohidratos ingeridos en la comida analizada o corregir el nivel de glucosa sanguíneo (GS), conforme a la siguiente ecuación:

$$\text{Bolos insulina} = \text{Bolo alimenticio} + \text{Bolo de corrección}$$

$$\text{Bolos insulina} = \frac{\text{CHO Alimentos}}{\text{Ratio}} + \frac{\text{GS Actual} - \text{GS Deseada}}{\text{Sensibilidad}}$$

Adicionalmente, es objeto de la presente invención un método para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos con datos obtenidos a partir de un dispositivo de pesaje (1), el cual comprende las siguientes etapas:



1. Primero, se realiza una tara del dispositivo de pesaje (1) para descontar del cálculo el peso del plato o recipiente sobre el que se hará la medición;
2. a continuación, es necesario ubicar el alimento sobre el dispositivo de pesaje (1);
3. se toma la medida de peso; una celda de carga o transductor de fuerza del dispositivo de pesaje (1) indica el peso del alimento, el cual en seguida se presenta en la pantalla de dicho dispositivo de pesaje (1);
4. seguidamente, el peso del alimento se envía al dispositivo electrónico (2) y así mismo se guarda en la memoria;
5. el dato guardado en la memoria se correlaciona con la base de datos (3), en donde la base de datos (3) permite la selección de la clase de alimento a ingerir por el usuario;
6. el resultado de la correlación entre las características del alimento seleccionado por el usuario y el peso corresponde a la cantidad de carbohidratos del alimento pesado; y
7. el resultado se presenta al usuario a través de la interfaz gráfica del dispositivo electrónico (2).

En otra realización de la invención, el método para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos no requiere del dispositivo de pesaje (1) y comprende las siguientes etapas:

1. Primero, se pide al usuario que ingrese en magnitud el peso del alimento y/o alimentos que serán consumidos;
2. la magnitud será guardada en la memoria;
3. el dato guardado en la memoria se correlaciona con la base de datos (3), en donde la base de datos (3) permite la selección de la clase de alimento a consumir por el usuario;
4. el resultado de la correlación entre las características del alimento seleccionado por el usuario y el peso de la porción corresponde a la cantidad de carbohidratos que contiene el alimento seleccionado; y
5. el resultado se presenta al usuario a través de la interfaz gráfica.



En otra modalidad de la invención, en el método para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos el procesador de datos realiza la suma de los datos obtenidos de dos o más alimentos diferentes.

En una modalidad de la invención, el método para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos está dirigido a una persona con diabetes mellitus tipo 1.

En otra modalidad de la invención, el método para la determinación del contenido de carbohidratos de alimentos individuales o menús compuestos está dirigido a una persona sana.

En otra modalidad de la invención, se proporciona un método para la determinación de los bolos de insulina necesarios para una persona con diabetes mellitus 1 que comprende las siguientes etapas:

1. Primero, se realiza una tara del dispositivo de pesaje (1) para eliminar descontar del cálculo el peso del plato o recipiente sobre el que se hará la medición;
2. a continuación, es necesario ubicar el alimento sobre el dispositivo de pesaje (1);
3. seguidamente, se toma la medida de peso; una celda de carga o transductor de fuerza del dispositivo de pesaje (1) indica el peso del alimento, el cual en seguida se presenta en la pantalla digital de dicho dispositivo de pesaje (1);
4. el peso del alimento se envía y se guarda en la memoria;
5. el dato guardado en la memoria se correlaciona con la base de datos (3), en donde la base de datos (3) permite la selección de la clase de alimento a ingerir por el usuario;
6. el resultado de la correlación entre las características del alimento seleccionado por el usuario y el peso de la porción corresponde a la cantidad de carbohidratos que se presentan en el alimento seleccionado;
7. opcionalmente, el resultado de la cantidad de carbohidratos del alimento pesado, se presenta al usuario a través de la interfaz gráfica;



8. el resultado de la cantidad de carbohidratos del alimento pesado se guarda en la memoria;
9. el procesador de datos toma los datos guardados en la memoria y realiza la relación entre la cantidad de carbohidratos y la ratio; y
10. se presenta la relación como la cantidad de bolos de insulina recomendada para el usuario.

En otra realización de la invención, se proporciona un método para la determinación de los bolos de insulina necesarios para una persona con diabetes mellitus 1 que tiene los datos de su glicemia actual y comprende las siguientes etapas:

1. Primero, a través de la interfaz gráfica se le pide al usuario que ingrese su nivel de glucosa sanguíneo;
2. a continuación, el procesador de datos ejecuta la relación matemática que existe entre el nivel de glucosa sanguíneo y la cantidad de glucosa que es metabolizada por unidad de insulina;
3. el resultado de esta relación matemática se presenta como la cantidad de bolos de insulina recomendada para el usuario; y
4. finalmente, el resultado se presenta al usuario a través de la interfaz gráfica.

En otra realización de la invención, se proporciona un método para la cuantificación de carbohidratos y la determinación de los bolos de insulina necesarios para una persona con diabetes mellitus 1 que tiene los datos de su glicemia actual y comprende las siguientes etapas:

1. Primero, se realiza una tara del dispositivo de pesaje (1) para descontar del cálculo el peso del plato o recipiente sobre el que se hará la medición;
2. a continuación, se ubica el alimento sobre el dispositivo de pesaje (1);
11. seguidamente, se toma la medida del peso; una celda de carga o transductor de fuerza del dispositivo de pesaje (1) indica el peso del alimento, el cual en seguida se presenta en la pantalla digital de dicho dispositivo de pesaje (1);
3. el peso del alimento se envía y se guarda en la memoria;



4. el dato guardado en la memoria se correlaciona con la base de datos (3), configurada para seleccionar la clase de alimento a ingerir por el usuario;
5. el resultado de la correlación entre las características del alimento seleccionado por el usuario y el peso de la porción corresponde a la cantidad de carbohidratos presentes en el alimento seleccionado;
6. opcionalmente, el resultado de la cantidad de carbohidratos del alimento pesado se presenta al usuario a través de la interfaz gráfica;
7. el resultado de la cantidad de carbohidratos del alimento pesado se guarda en la memoria;
8. el procesador de datos toma los datos guardados en memoria y realiza la relación entre la cantidad de carbohidratos y la ratio;
9. la anterior relación se presenta como la cantidad de bolos de insulina recomendada para el usuario;
10. paralelamente, por medio de la interfaz gráfica se le solicita al usuario que ingrese el nivel de glucosa sanguíneo;
11. a continuación, el procesador de datos ejecuta la relación matemática que existe entre el nivel de glucosa sanguíneo y la cantidad de glucosa metabolizada por unidad de insulina (sensibilidad);
12. el resultado de esta relación matemática se presenta como la cantidad de bolos de insulina recomendada para el usuario;
13. el resultado de las dos relaciones mencionadas anteriormente (bolos de insulina recomendados para el usuario), son llamadas por el procesador de datos y se correlacionan, de manera que el resultado de esta etapa es la cantidad de bolos de insulina necesarios para cubrir el consumo de carbohidratos corregido con el nivel de glucosa actual, la cual se envía y se guarda en la memoria ; y
14. finalmente, el dato anterior se muestra al usuario por medio de la interfaz gráfica, de manera que el usuario accede a la información en tiempo real y así mismo puede consultar el historial de usuario.

En una modalidad de la invención, los anteriores métodos además comprenden una etapa de registro del usuario, conformada por los siguientes pasos:

1. Al inicio del registro, se pregunta al usuario si sufre de diabetes;



2. si la respuesta es afirmativa, es necesario el ingreso de los datos personales y las variables médicas (Sensibilidad y ratio);
3. si la respuesta es negativa para la pregunta formulada anteriormente, el usuario solo debe ingresar los datos personales.

Lo anteriores métodos se encuentran ilustrados en el diagrama de bloques de la Figura 2.

Las figuras presentadas en esta descripción, corresponden a propósitos meramente ilustrativos de la invención. Se da a entender que las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.

Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características aquí descritas pueden aplicarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones anexas pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.

