

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 550**

21 Número de solicitud: 201830154

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/103 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

21.02.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.08.2019

71 Solicitantes:

INTERNATIONAL SHOES GARVALIN, S.L (100.0%)
Pt. Pla Sant Josep, P-1 nº 150
03296 Elche (Alicante) ES

72 Inventor/es:

GARCÍA MARTÍNEZ, Joaquín;
GARCÍA AGUILAR, Jorge;
PEDRERO SÁNCHEZ, José Francisco;
GONZÁLEZ GARCÍA, Juan Carlos ;
BELDA LOIS, Juan Manuel y
MARTÍNEZ IRANZO, Úrsula

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

54 Título: **Procedimiento de mejora de la actividad motriz**

57 Resumen:

Procedimiento de mejora de la actividad motriz, que comprende la colocación de sensores (1) de la aceleración en los tres ejes, una unidad de control (3), un transmisor (2) y una fuente de alimentación en sendos zapatos de un niño, y también detectar las aceleraciones sufridas por el zapato durante un periodo corto de tiempo; estimar el tipo de movimiento realizado por el niño; acumular el tiempo de cada tipo de movimiento. Opcionalmente puede calcular la cadencia, el tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo en cada pie a partir de las aceleraciones captadas por los sensores (1) para estimar un índice de desarrollo motor del niño. También puede comprender una etapa de selección de una actividad a realizar por el niño y de medición de los movimientos realizados por el niño durante la realización de la actividad.

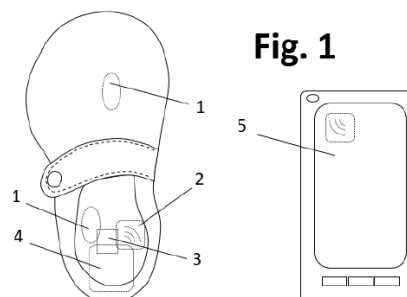


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de mejora de la actividad motriz

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la obtención y mejora de un índice de desarrollo motor de un niño a partir de variables biomecánicas de la marcha mediante un sensor inercial integrado en un zapato y promoviendo una actividad física
10 personalizada para el niño.

Es de especial aplicación en el campo de la ortopedia, de la fisioterapia y de la puericultura.

15 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

Para controlar el desarrollo motor de los niños, en especial de los de corta edad, es necesario realizar una serie de pruebas bajo el control de personal médico o técnico especialmente formado. Éste ha de evaluar la cadencia de andar, el riesgo de caídas, la
20 velocidad... durante la marcha del niño. Para poder estimar de forma adecuada las diferentes variables de su marcha y definir un índice de desarrollo motor adecuado, con frecuencia debe recurrir a grabar en vídeo el movimiento y pasar un tiempo elevado analizándolo, con posibilidades de error o recurrir a laboratorios biomecánicos con equipos de fotogrametría donde se realizan valoraciones de la marcha profesionales
25 teniendo en cuenta el coste que ello conlleva.

Sin embargo, de documentos como WO2014100045A1 se conocen sistemas para la monitorización biométrica que se basan en la incorporación de sensores de presión, orientación, movimiento y posición en las suelas de los zapatos para la captación de
30 información biomecánica que puede ser transmitida a un sistema externo.

US2013118039A1 describe un dispositivo de localización y seguimiento de personas (niños) que se inserta en el calzado. Incorpora una batería recargable, antena, un módulo de localización y un módulo de comunicaciones inalámbricas para facilitar su
35 posición a un servidor de seguridad externo.

US2013211290A1 detalla un sistema para el diagnóstico de la actividad de marcha para corregir, si fuera necesario, aquellos defectos que pudieran afectar potencialmente a la salud de las personas.

5 Finalmente, WO2013038214A2 corresponde a un método y dispositivo para la monitorización del equilibrio y parámetros relacionados con la posición del cuerpo y la marcha de pacientes (Parkinson, esclerosis, rehabilitación). La invención está basada en una plancha que se coloca en la suela de los zapatos y que incorpora diferentes sensores, batería recargable, unidad central de procesamiento y comunicaciones
10 inalámbricas. Un algoritmo basado en red neural permite determinar el centro de gravedad del cuerpo y evaluar su equilibrio, estado o localización.

Es decir, se conocen herramientas para aumentar la precisión de las medidas de los movimientos, pero no se han utilizado para el vigilar y mejorar el desarrollo motor de los
15 niños.

El solicitante no conoce ninguna solución similar a la invención.

BREVE EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

20

La invención consiste en un procedimiento de mejora de la actividad motriz según las reivindicaciones.

El sistema descrito permite, en sus diferentes realizaciones, promover actividad y vida
25 saludable para el niño mediante juegos específicos con el fin de mejorar el índice de desarrollo motor, y una valoración de la marcha obteniendo variables biomecánicas de relevancia clínica. A partir de estas medidas y variables obtenidas el personal adecuado podrá valorar el desarrollo del niño.

30 Con este proceso lo que se consigue es lo siguiente:

- Obtención de un índice de desarrollo motor de un niño, que podrá ser comparado con los percentiles para su edad.
- Identificar la actividad que se está realizando (caminar, correr o gatear).
- Hacer una estimación del gasto energético utilizando los momentos de actividad,
35 con el fin de controlar el riesgo de obesidad infantil.
- Promover actividad física para el niño mediante juegos.

- Obtención de una serie de variables biomecánicas de la marcha (cadencia, tiempo de zancada, tiempo de paso, tiempo de apoyo, tiempo de vuelo y tiempo de doble apoyo).

5 En particular, el procedimiento de mejora de la actividad motriz de la invención aprovecha los zapatos indicados anteriormente, que poseen sensores de la aceleración en los tres ejes, una unidad de control, un transmisor (alámbrico o inalámbrico) y una fuente de alimentación en sendos zapatos de un niño. Con ellos detecta las aceleraciones sufridas por el zapato durante un periodo corto de tiempo, con las que
10 logra estimar el tipo de movimiento realizado por el niño. Con ello acumula el tiempo ejercido en cada tipo de movimiento y puede calcular el gasto energético (a partir de datos introducidos en la unidad de control o un dispositivo externo que se comunica con ambas unidades de control).

15 En una realización más preferida, una vez reconocido el tipo de movimiento, calcula la cadencia, el tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo en cada pie a partir de las aceleraciones captadas por los sensores. Igualmente puede estimar un índice de desarrollo motor del niño. Se puede completar con una etapa de selección de una actividad (generalmente un juego) a realizar por el niño y de medición de los
20 movimientos realizados por el niño durante la realización de la actividad.

Dado que los dos zapatos son independientes, es conveniente que se añada una etapa de coordinación entre las unidades de control de cada zapato. Puede ser por una comunicación entre ambos, con el transmisor, o por un conteo y marcador de tiempo a
25 partir de la señal de un dispositivo externo. La transmisión puede servir, igualmente, para asistir en la calibración de los sensores.

Un método preferido de estimación del tipo de movimiento incluye realizar una transformada de Fourier rápida y la comparación del resultado con un registro en
30 memoria. Ese registro comprenderá los resultados tipo del gateo, la marcha, la carrera y cualquier otra actividad interesante: subir escaleras (alta componente vertical), chutar (movimiento descompensado entre ambos zapatos habiendo un pico de aceleración en uno de los pies), baile (escasa componente frontal y señales armónicas y rítmicas)...

Para reducir el consumo, manteniendo la utilidad del sistema, se prefiere que el cálculo de cadencia, tiempo de vuelo y tiempo de apoyo en cada pie se realiza con la recepción de un comando desde un dispositivo externo.

- 5 Las partes de cálculo y estimación pueden realizarse en el dispositivo externo. Por ejemplo, el cálculo de cadencia, tiempo de vuelo y de apoyo o la estimación del índice de desarrollo motor.

Otras variantes se describirán más adelante.

10

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de la invención, se incluyen las siguientes figuras.

- 15 Figura 1: Esquema de un ejemplo de zapato utilizable en la invención.

Figura 2: Cuadro de percentiles del índice de desarrollo motor.

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

20

A continuación se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

- 25 El procedimiento comprende unos zapatos infantiles como los descritos en las patentes del estado de la técnica. Es decir, cada zapato posee unos sensores (1) para la obtención de una serie de variables biomecánicas de la marcha (cadencia, tiempo de zancada, tiempo de paso, tiempo de apoyo, tiempo de vuelo y tiempo de doble apoyo). Por ejemplo, pueden corresponder a un acelerómetro tri-axial, a tres acelerómetros dispuestos adecuadamente, un giroscopio, etc.

30

El zapato poseerá un transmisor (2) de la información captada, que preferiblemente será inalámbrico (*Bluetooth low energy*) pero que puede igualmente comprender un puerto físico para descargar los datos cuando se visita al médico o responsable de la vigilancia del desarrollo del niño.

35

Todos los componentes citados se controlarán por una unidad de control (3) y se alimentarán de una batería (4), preferiblemente recargable por inducción. Se prefiere disponer todos estos elementos en el talón por estar más protegidos y tener más espacio para su colocación y evitar las zonas de flexión del pie. En todo caso, puede ser interesante colocar algún sensor (1) en la puntera para mejorar la captación de datos.

La unidad de control (3) puede realizar parte del procesamiento y los cálculos del proceso, o remitir los datos brutos para su tratamiento a un dispositivo externo (5), como puede ser un móvil o una tableta con capacidad suficiente y una aplicación adecuada.

Otros tipos de dispositivos también son utilizables. La aplicación termina de realizar los cálculos del índice de desarrollo motor, reconociendo el tipo de actividad realizada por la posición de los sensores, su cadencia y otras variables. Así determina si la actividad es un gateo, una marcha, una carrera... o incluso la existencia de caídas. Puede comparar el índice de desarrollo motor con los demás usuarios de su edad o estado de lesiones, para contrastar su evolución. Por ejemplo, estimará su índice de desarrollo motor y lo clasificará según el percentil para su rango de edad y el gasto energético realizado en cada momento.

El índice de desarrollo motor se puede estimar a partir de la desviación estándar del tiempo de zancada, dividido entre la media de tiempo de zancada:

$$100 * \frac{\sigma_{\text{Tiempo Zancada}}}{\text{Tiempo Zancada}}$$

Con este resultado y la edad se clasifica el índice de desarrollo motor.

A partir de estas estimaciones, promueve la actividad física sugiriendo juegos que sean específicos a la actividad que se deba desarrollar del niño, permitiendo analizar en tiempo real su evolución. Ejemplos de esos juegos serían: chutar un balón, saltar, el escondite o seguir el ritmo en un baile.

Los componentes integrados en cada zapato tendrán una serie de pasos de funcionamiento.

Mientras los sensores (1) no detecten movimiento, estarían en modo reposo. Al iniciarse la actividad, capta que se están produciendo aceleraciones y en ese mismo instante realiza la transformada de Fourier rápida para considerar si el movimiento es de andar, correr o gatear. Otro método para clasificar el tipo de movimiento es utilizar los valores

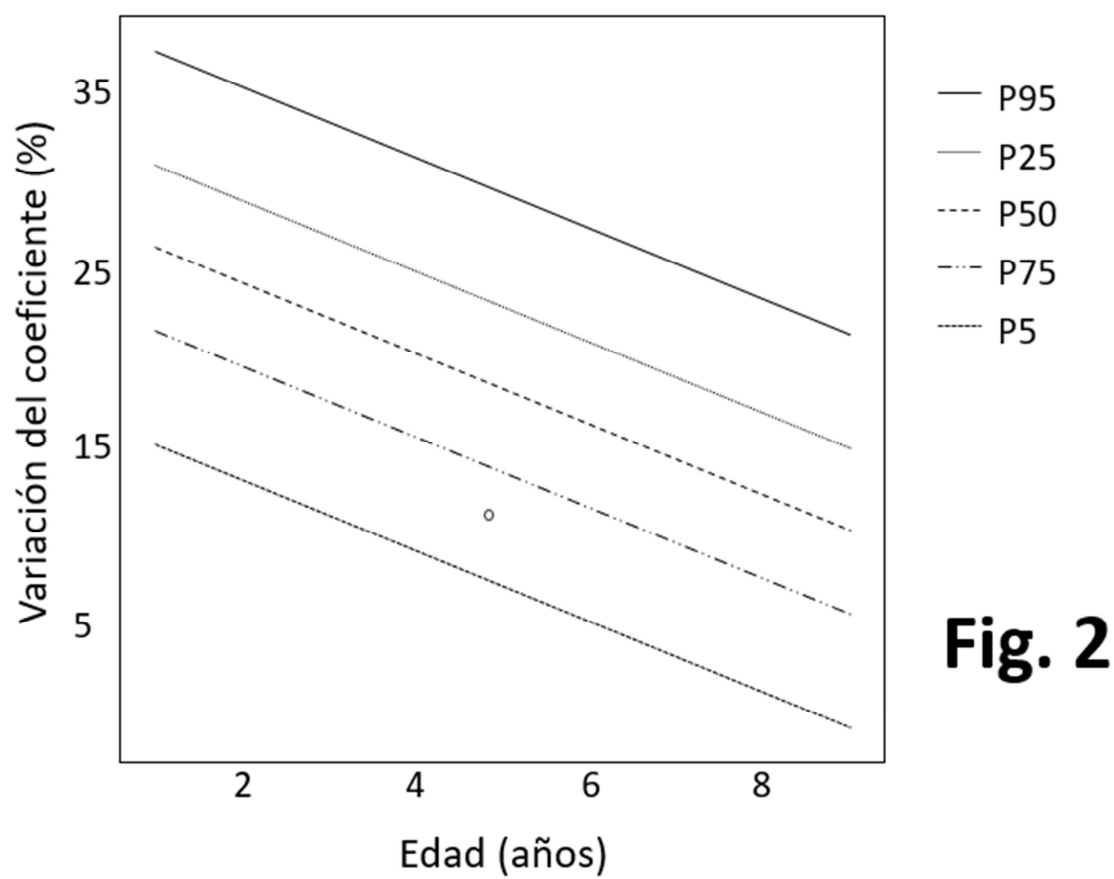
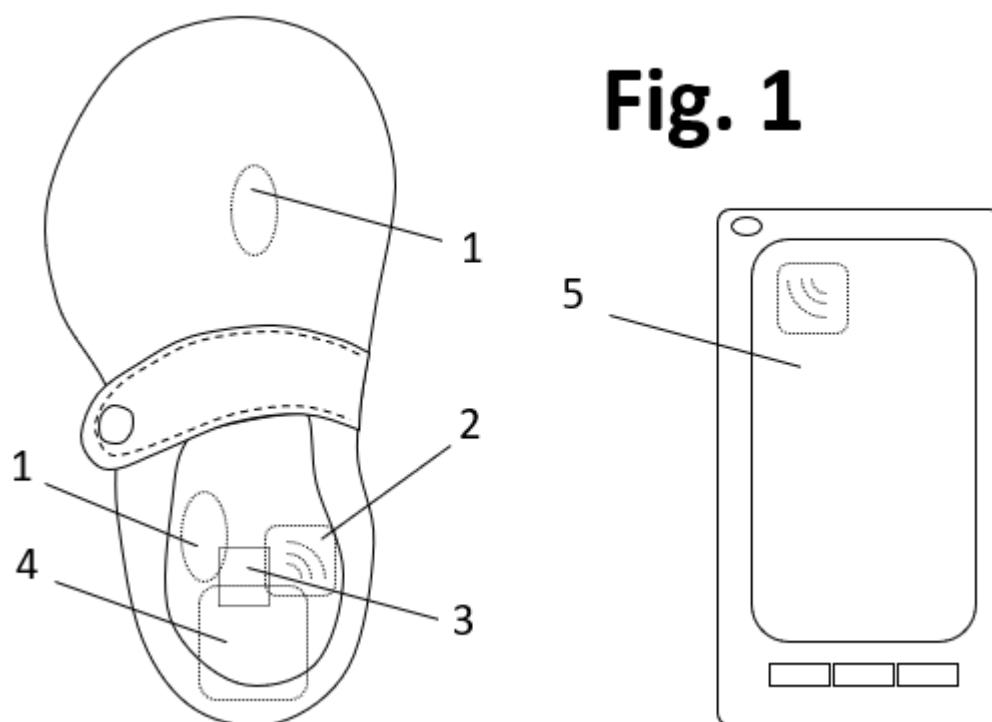
medios de los diferentes ejes del sensor. Una vez clasificado, analiza el número de pasos a partir de las aceleraciones y, usando el número de pasos, el tiempo dedicado a cada actividad y los datos del niño, se estima el gasto energético. Es necesario que la calibración de los sensores (1) de cada zapato sea coherente, o disponer de un medio de transmisión entre ambos para coordinar sus evaluaciones.

Si se desea, se pueden analizar datos más precisos como la cadencia, el tiempo de apoyo en cada pie o de ambos, el tiempo de vuelo... Generalmente, para evitar sobrecargar los componentes, se prefiere realizar los análisis más precisos en pruebas puntuales, comandadas desde el dispositivo. Para ello, el transmisor (2) será igualmente receptor de estos comandos. Para que sean fácilmente comparables, se realizarán estas pruebas en recorridos fijos (línea recta, circuito ovalado, con o sin escaleras...) o en los juegos que se han recomendado a partir de las mediciones. Para medir correctamente las variables, se tendrán que coordinar las medidas de ambos zapatos, por ejemplo utilizando un marcado de tiempo a partir del momento en que se reciba el comando.

Estos datos los puede ir acumulando o transmitir en streaming al dispositivo externo.

REIVINDICACIONES

- 1- Procedimiento de mejora de la actividad motriz, que comprende la colocación de
5 sensores (1) de la aceleración en los tres ejes, una unidad de control (3), un transmisor
(2) y una fuente de alimentación en sendos zapatos de un niño, caracterizado por que
también comprende
detectar las aceleraciones sufridas por el zapato durante un periodo corto de
tiempo;
10 estimar el tipo de movimiento realizado por el niño;
acumular el tiempo ejercido en cada tipo de movimiento.
- 2- Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende además
calcular la cadencia, el tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo en cada pie a partir
15 de las aceleraciones captadas por los sensores (1);
estimar un índice de desarrollo motor del niño.
- 4- Procedimiento, según la reivindicación 2, que comprende una etapa de selección de
una actividad a realizar por el niño y de medición de los movimientos realizados por el
20 niño durante la realización de la actividad.
- 4- Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende una etapa de coordinación
entre las unidades de control (3) de cada zapato.
- 25 5- Procedimiento, según la reivindicación 1, cuya estimación del tipo de movimiento
incluye realizar una transformada de Fourier rápida u obtener los valores medios y la
comparación del resultado con un registro en memoria.
- 6- Procedimiento, según la reivindicación 2, cuyo cálculo de cadencia, tiempo de vuelo y
30 tiempo de apoyo en cada pie se realiza con la recepción de un comando desde un
dispositivo externo.
- 7- Procedimiento, según la reivindicación 2, cuyo cálculo de cadencia, tiempo de vuelo y
de apoyo y la estimación del índice de desarrollo motor se realiza en un dispositivo
35 externo.





- ②① N.º solicitud: 201830154
②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.02.2018
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B5/11** (2006.01)
A61B5/103 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	HEGDE, NAGARAJ; BRIES, MATTHEW; SAZONOV, EDWARD. A comparative review of footwear-based wearable systems. Electronics, 2016, Vol. 5, Nº 3, Páginas 48	1-7
X	HEGDE, NAGARAJ, et al. The Pediatric SmartShoe: Wearable Sensor System for Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Gait. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 09/02/2018, Vol. 26, Nº 2, Páginas 477-486	1-7
X	STROHRMANN, CHRISTINA et al. Monitoring Motor Capacity Changes of Children during Rehabilitation Using Body-Worn Sensors. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation , 2013, Vol. 10, Nº 1, Páginas 83	1-7
X	XU, WENYAO, et al. Smart insole: A wearable system for gait analysis. Proceedings of the 5th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. ACM, p. 18.2012	1-7
X	JOVANOV, EMIL, et al. A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation. Journal of NeuroEngineering and rehabilitation, 2005, Vol. 2, Nº 1, Páginas 6	1-7
X	CN 106175774 A (UNIV TSINGHUA) 07/12/2016, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE, figuras 1,2	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
09.04.2018

Examinador
R. San Vicente Domingo

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC