

Plataforma electrónica para la evaluación de la capacidad funcional de adultos mayores

Sector tecnológico

La presente solicitud de patente se refiere a una plataforma electrónica que permite la evaluación de la capacidad funcional de adultos mayores con la batería corta de ejecución física (SPPB) y el alcance funcional.

Tecnología anterior

Según datos de CEPAL, para 2030 se calcula que en América Latina y el Caribe la cantidad de personas mayores de 60 años representará el 16,7% de la población. La medición de la capacidad funcional para este grupo –que permite evaluar las características de la movilidad en las personas— es de particular importancia para conocer su facultad para realizar actividades cotidianas y la vulnerabilidad que pueden tener en las áreas física, mental y social. Los resultados de estas evaluaciones permiten adaptar las políticas públicas a las necesidades específicas de dicha población.

En tal sentido, y de acuerdo con diversos autores, las medidas de ejecución física se definen como pruebas en las cuales a un individuo se le pide que realice tareas específicas para evaluarlas y contrastarlas –de manera objetiva, sistematizada, uniforme y estandarizada– en el cual se usa criterios predeterminados, tales como el número de repeticiones o el tiempo de duración de la actividad.

Las medidas de ejecución física son operacionalizadas mediante varios indicadores, estos permiten la medición, evaluación y las intervenciones de la capacidad funcional, se basan en prácticas que son medidas con instrumentos basados en escalas.

Entre los más utilizados se encuentran (i) Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD) y (ii) Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD). Las medidas tomadas con estos instrumentos –especialmente las ABVD–, tienen la desventaja de que permiten identificar únicamente a las personas con los grados

más graves de discapacidad, y en el caso de las AIVD, algunas de sus actividades están muy influidas por el sexo y la cultura.

A partir de la década de 1980 se comenzaron a tomar las medidas relacionadas con el desempeño físico de las personas mayores.

El Alcance funcional, es una medida de equilibrio que mide los límites de la estabilidad de un individuo en posición de pie. Para realizar esta evaluación, se pide al individuo extender uno de sus brazos – con la mano cerrada –, tanto como le sea posible, en un plano horizontal y sin dar un paso. Mientras es ejecutada la prueba, ambos talones deben mantener el contacto con el suelo. Son realizadas 3 repeticiones, tomando en cada una la diferencia entre las posiciones inicial y final del puño. La puntuación de la prueba es determinada por el promedio entre las dos últimas repeticiones.

Otro instrumento para la medición de la ejecución física, es el denominado SPPB («*Short Physical Performance Battery*», por sus siglas en inglés) que consta de tres pruebas: equilibrio, velocidad de la marcha y levantarse y sentarse en una silla (Cfr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656712000923>).

La evaluación del equilibrio se realiza a través de 3 posiciones en las que se evalúa la capacidad del individuo para mantenerse en posición de pie. Las tres posiciones tenidas en cuenta son: un pie a lado del otro, un pie delante de otro y el tercero, un intermedio entre los dos anteriores. En cada una de las posiciones se reta al participante a mantener la posición durante 10 segundos. Cuando el individuo es incapaz de completar los 10 segundos, se toma el tiempo que logró alcanzar. En la evaluación de la velocidad de la marcha se pide al evaluado recorrer una distancia establecida —3 metros— a su velocidad típica partiendo del reposo. La ejecución es realizada 2 veces y es registrado el mejor tiempo para completar el recorrido. En la evaluación de la incorporación de una silla puede ser establecida la independencia funcional de un individuo. La prueba consiste en medir el tiempo que tarda el participante en levantarse de una silla – con los brazos cruzados sobre el pecho — cinco veces. Para el inicio de la prueba el evaluado debe encontrarse sentado, con los pies completamente apoyados sobre

el piso y la espada apoyada sobre el respaldo de la silla. El individuo inicia la prueba sentado y la finaliza cuando se incorpora por quinta vez.

Por lo anterior, para las mediciones, normalmente se utilizan un cronómetro y un flexómetro únicamente. El profesional de ciencias de la salud que hace las pruebas debe realizar simultáneamente el registro de dichas mediciones y la verificación de la correcta ejecución de la tarea. Aunque en la literatura científica se presenta la objetividad de las medidas de ejecución física, en la práctica estas están influenciadas por el evaluador debido a su nivel de capacitación y al significado práctico que tiene acerca del motivo de las pruebas. Por tanto, se introducen errores en las mediciones debido a (i) procedimientos mal ejecutados; (ii) incertidumbres altas inherentes a los registros realizados y (iii) dificultades asociadas con la seguridad del adulto mayor mientras se verifican las condiciones para la aplicación de las tareas de ejecución. Aunque el uso de tecnologías de medición puede ayudar a resolver la problemática también es necesario considerar restricciones en lo que respecta a facilidad de uso por el profesional de ciencias de la salud, los espacios físicos y costos.

Existen antecedentes que permiten mejorar el SPPB. US6056671A («*Functional capacity assessment system and method*») permite medir la capacidad funcional a través de un sistema electrónico de visión artificial. Por medio de un conjunto de indicadores visuales y un ambiente configurado con cámaras el especialista de la salud puede trabajar el método con mediciones hechas a través de los dispositivos. Dentro de los inconvenientes que presenta se encuentra la dificultad para ser trasladado, solamente puede trabajar con ciertas actividades (equilibrio en dos pies, velocidad de la marcha, incorporarse de una silla). US20090299233A1 («*Device for Measuring Functional Reach*») relaciona un dispositivo para la medición del alcance funcional. Busca mejorar la medición y permitir que el profesional de la salud se concentre en el adulto mayor. Se trata de un dispositivo mecánico que no tiene capacidad de guiar al profesional de la salud en la ejecución de la prueba y no se encuentra en capacidad de realizar seguimiento de la posición de los pies del evaluado. US20180116563 («*Functional reach assessment device and method*») relaciona un dispositivo mecánico que no tiene capacidad de guiar al profesional de la salud en la ejecución de la prueba. US20120137771A1 («*Functional capacity*

evaluator») enseña un dispositivo mecánico que mide fuerza de agarre y no funciona para pruebas como equilibrio en dos pies, velocidad de la marcha e incorporación de una silla. EP2823761A1 (*«Dispositif et procédé d'évaluation de la capacité fonctionnelle»*) también describe un dispositivo mecánico diseñado para evaluar movimientos de extremidades superiores.

De lo anterior, se puede encontrar que existen antecedentes que permiten ayudar al profesional de ciencias de la salud en su labor de diagnóstico, pero que cuentan con múltiples desventajas asociadas con su autonomía y medición principalmente. Por tanto, se necesita de una unidad que permita al profesional –al emplear el SPPB y el alcance funcional – dicha autonomía, precisión en las medidas, independencia en relación con los instrumentos, concentrarse en atender al paciente y una certeza más alta en la forma de diagnosticar al paciente.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 ilustra la presente invención. La plataforma (1) incluye una zona de detección plantar que consta de un módulo sensible (20), que se configura con puntos sensibles (entre 2800 y 9600), construido con elementos de conducción dispuestos sobre un sustrato (10) –sustrato seleccionado entre fibra de vidrio, polímero o baquelita – sobre el que se coloca un material polimérico autoadhesivo (30) y sobre el que se coloca un material polimérico (poliolefina) que incorpore negro de carbón (40) para hacerlo conductivo y, por último, una capa de poliuretano termoplástico (50). Además, incorpora una tarjeta electrónica de adquisición de datos que toma la información de los puntos sensibles, entre una y cuatro cámaras que captan información visual de la plataforma y una unidad de procesamiento de información que recoge datos del módulo sensible y las cámaras.

Cada punto sensible consiste en dos elementos conductores separados por un espacio, de entre 0,18 mm y 0,8 mm, donde cada elemento conductor contiene un conjunto de trazas intercaladas –aisladas eléctricamente una de la otra– y donde la medición se realiza a través de un tercer elemento – compuesto de material resistivo– que une los dos primeros elementos conductores al ser accionado

(configuración denominada tipo «*Shunt*» sin una equivalencia clara al español). Es bien conocido para la persona versada en la materia como se configuran las trazas.

Para evaluar la capacidad de un individuo para mantenerse en posición de pie, dicho individuo se coloca sobre la plataforma en las tres posiciones que se muestran en la figura 2. En cada una de las posiciones se reta al participante a mantener la posición durante 10 segundos. Cuando el individuo es incapaz de completar los 10 segundos, se toma el tiempo que logró alcanzar. En esta puede ser terminada si el evaluado ha desplazado los pies de la posición inicial. En este caso el dispositivo reporta el tiempo que se mantuvo la posición.

Para la evaluación de la marcha, la prueba consiste en medir la velocidad con que el participante camina normalmente con base en el tiempo que tarda en recorrer una distancia de tres o cuatro metros. La prueba se repite dos veces y se toma el menor tiempo que le tomó al paciente cruzar la plataforma. Por medio de la plataforma es posible medir la velocidad de la marcha. La prueba es completada satisfactoriamente cuando ambos pies del evaluado cruzan por la línea final del recorrido. En esta situación es reportada la medición registrada. Por otro lado, el sistema entra a un estado de «Error de Evaluación» si el evaluado sale del área delimitada. En este caso, el sistema regresa al estado de espera advirtiéndolo la causa de terminación de la prueba.

La prueba de incorporación de una silla (figura 3) consiste en medir el tiempo que tarda el participante en levantarse de una silla cinco veces. El individuo inicia la prueba sentado y la finaliza cuando se incorpora por quinta vez. La prueba es completada satisfactoriamente cuando son logradas 5 repeticiones. Para la aplicación de la prueba de incorporarse de una silla se supone la utilización de una silla estándar para la población objeto de estudio. Puede ocurrir que las medidas de este tipo de silla no garanticen simultáneamente el apoyo de los pies en el suelo y la espalda en el respaldo de la silla para algunas estaturas específicas. Aquí también se emplean la pulsera (2) y la plataforma (1).

Para la evaluación de alcance funcional, la prueba consiste en medir la máxima distancia que un individuo puede alcanzar estirando el brazo en posición fija de pie. Obsérvese la figura 4. El alcance

funcional establece el máximo desplazamiento de la línea de gravedad dentro de la base de soporte del cuerpo. Para esta evaluación, además de la plataforma (1), una pulsera (2) que pueda recibir y transmitir información hacia la plataforma. Este alcance funcional se logra cuando el evaluado se encuentra con los pies juntos y tiene el brazo dominante en posición horizontal. Se regresa al inicio cuando alguna de las dos condiciones mencionadas se rompe, advirtiendo al evaluador la causa. La transición al estado de medición ocurre cuando el evaluador activa la señal de inicio. La prueba es completada satisfactoriamente cuando el evaluado alcanza la longitud máxima de desplazamiento de la línea de gravedad. En esta situación es reportada la medición registrada.

Resumen de las figuras

La figura 1 enseña una plataforma de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 enseña las tres posiciones a ser evaluadas en la evaluación de la capacidad de un individuo para mantenerse en posición de pie.

La figura 3 enseña la prueba de incorporación de la silla.

La figura 4 enseña la prueba de la evaluación de alcance funcional.

Formas de llevar a cabo la invención

En una de las modalidades preferidas de la invención, se fabricó una plataforma, donde el módulo sensible consiste en 24 tarjetas modulares, de 20 cm x 8 cm. Los módulos se dispusieron en tres columnas y ocho filas. El ensamble se realiza a través de soldadura en cada uno de los bordes. Cada módulo posee 144 puntos sensibles de 64 mm² cada uno. Una vez unidas las 24 tarjetas modulares se agrega, sobre cada módulo, un separador que se fabrica en material autoadhesivo. Sobre el separador se agregan láminas de un material polimérico que incorpore negro de carbón. Para terminar el área sensible se agrega una cubierta de polímero termoplástico (TPU) permitiendo mejorar la transferencia de presión a los puntos sensibles de la plataforma y mejorar la sensibilidad del sensor. Para el primer prototipo, se fabricó utilizando impresión 3D.

Las tarjetas de adquisición pueden ser fabricadas por una empresa que ofrezca servicios de manufactura de tarjetas electrónicas a partir de archivos gerber (generados del software de diseño).

El dispositivo es completado agregando una unidad de procesamiento y una cámara de 1080 p. En este caso, la unidad de procesamiento fue una Raspberry® Pi 3 y la cámara fue una Raspi-cam®. Cada uno posee una carcasa a prueba de pisadas.