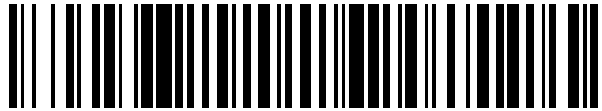


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 293**

21 Número de solicitud: 201230353

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

09.03.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.10.2013

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2013/070145

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (100.0%)
PEDRO CERBUNA 12
50009 ZARAGOZA ES**

72 Inventor/es:

**MARÍN ZURDO, José Javier;
AURÍA APILLUELO, José Manuel y
HUERTAS TALÓN, José Luis**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

54 Título: **DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL**

57 Resumen:

Dispositivo y método para la evaluación de la capacidad funcional.

La presente invención hace referencia a un dispositivo y a un método para la evaluación de la capacidad funcional de sujetos, aplicable en diferentes entornos de tipo biomédico, biosanitario o laboral. Más concretamente, la invención propuesta por el solicitante se refiere a un dispositivo y a un método basados en técnicas objetivas de medida de movimientos y esfuerzos de los sujetos evaluados, de forma que se pueda analizar, de manera precisa y reproducible, su capacidad física para realizar determinadas tareas de su vida cotidiana o de su actividad laboral. Preferentemente, la invención se refiere a la evaluación funcional de las extremidades superiores del cuerpo humano, así como a la columna vertebral.

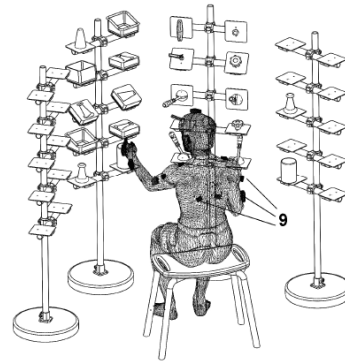


FIG. 6

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para la evaluación de la capacidad funcional.

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo y a un método para la evaluación de la capacidad funcional de sujetos, aplicable en diferentes entornos de tipo biomédico, biosanitario o laboral. Más concretamente, la invención se refiere a un dispositivo y a un método basados en técnicas objetivas de medida de movimientos y esfuerzos de los sujetos evaluados, de forma que se pueda analizar, de manera precisa y reproducible, su capacidad física para realizar determinadas tareas de su vida cotidiana o de su actividad laboral. Preferentemente, la invención se refiere a la evaluación funcional de las extremidades superiores del cuerpo humano, así como de la columna vertebral.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En la actualidad, la evaluación de la capacidad funcional (comúnmente denominada como FCE, según las siglas del término inglés "*Functional Capacity Evaluation*") resulta de utilidad en numerosos ámbitos de la actividad humana donde se producen movimientos o esfuerzos físicos, tales como en el diagnóstico de enfermedades, en los informes médico-legales, en la rehabilitación de pacientes con dolencias o enfermedades musculoesqueléticas, o en la evaluación y prevención de riesgos laborales, entre otros.

20 A nivel diagnóstico y/o forense, la FCE puede ser utilizada, por ejemplo, como herramienta de valoración del daño corporal como consecuencia de traumatismos o enfermedades en pacientes, o en la valoración de la existencia de limitaciones físicas en un individuo, así como la cuantificación de las mismas, de una forma objetiva y reproducible. Dentro de este campo tiene especial relevancia la valoración de las secuelas resultantes de accidentes de tráfico, donde las lesiones permanentes constituyen incapacidad parcial o total para la ocupación o actividad habitual de la víctima.

En tratamientos de rehabilitación, la FCE permite determinar la eficiencia de dichos tratamientos, al facilitar la evaluación de los sujetos en diferentes etapas de los mismos.

25 En el ámbito laboral, de acuerdo al tipo de trabajo y las necesidades específicas de las tareas a desarrollar por los sujetos evaluados, la FCE permite determinar si los sujetos tienen capacidad para realizar dicho trabajo en condiciones saludables, así como analizar y predecir el potencial de trabajo de un determinado sujeto, pudiéndose establecer un margen de seguridad suficiente para reducir la posibilidad de lesiones o recaídas, al fijar las restricciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de asignarle a un determinado puesto de trabajo.

30 Dentro del estado de la técnica correspondiente al campo de la presente invención, cabe citar la existencia de dispositivos de análisis biomecánico como el descrito en la solicitud de patente PCT WO 9713454 A1 (1997), que describen sistemas integrados de análisis de movimiento mediante técnicas de electromiografía de superficie (esto es, el registro de la actividad eléctrica muscular de los sujetos evaluados, mediante sistemas de electrodos) en combinación con medios de análisis dinamométrico del rango de movimiento, junto con otras pruebas de evaluación de la capacidad funcional, para monitorizar la capacidad funcional de grupos musculoesqueléticos en el cuerpo humano.

40 Si bien los dispositivos antes mencionados suponen una aproximación acertada para el registro de la actividad eléctrica de los músculos de los sujetos evaluados, no resultan completamente eficaces en el registro de precisión del movimiento esquelético de los mismos, debido a la inexactitud de los sistemas mecánicos que incorporan al efecto, basados en collarines, arneses y palancas manipulables, cuyo comportamiento resulta extremadamente dependiente de las características físicas de los sujetos, lo que produce desviaciones sustanciales de comportamiento entre diferentes evaluaciones, con la consecuente pérdida de precisión y reproducibilidad en los resultados obtenidos.

45 Con el objetivo de remediar los problemas derivados de la falta de precisión en la evaluación del movimiento de los dispositivos anteriormente descritos, se han desarrollado en los últimos años nuevos sistemas de FCE basados en técnicas de captura de movimiento por ordenador y fotogrametría (es decir, la determinación de propiedades geométricas a partir de las imágenes capturadas). Dichas técnicas de análisis de movimiento por ordenador son conocidas en el campo técnico de la invención, y un ejemplo de las mismas es la solicitud de patente US 2002/0116990 A1 (2002), donde se describe un sistema de análisis de movimiento de sujetos, preferentemente destinado al análisis de movimiento del cuello, que comprende medios para el análisis del movimiento de la cabeza o el cuerpo de dichos sujetos, mediante el uso de marcadores reflectantes colocados sobre los hombros y en la cabeza, junto con una pluralidad de cámaras para el análisis del movimiento de los grupos musculoesqueléticos sometidos a evaluación. El sistema incluye también un ordenador para el procesamiento de los datos obtenidos.

55 Los sistemas citados en el párrafo anterior, aunque suponen una importante mejora de precisión frente al análisis de movimiento basado en técnicas de dinamometría y electromiografía, incorporan también la desventaja de que los

5 resultados obtenidos con ellos son fuertemente dependientes del comportamiento del sujeto evaluado, o de las instrucciones que reciba por parte de la persona a cargo de la evaluación, ya que de unas pruebas a otras es posible que, incluso en un mismo sujeto, se modifique el rango de movimientos o las posturas, lo que, incluso pudiendo analizar dicho movimiento con precisión, implica una importante fuente de incertidumbre en los resultados y una escasa reproducibilidad de los mismos.

Se plantea, por lo tanto, la necesidad en el estado de la técnica de desarrollar nuevos dispositivos y métodos de FCE que resuelvan los problemas antes citados, mediante herramientas que mejoren las condiciones en que se realizan los procedimientos de evaluación y que, asimismo, limiten la dependencia existente entre los resultados obtenidos y las características físicas de los sujetos evaluados.

10 La presente invención está orientada a satisfacer dicha necesidad.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

La presente invención está orientada, pues, al desarrollo de nuevas herramientas destinadas a la evaluación de la capacidad funcional de sujetos, que mejoren las herramientas disponibles actualmente en el estado de la técnica. Dicho objetivo se alcanza, en un primer aspecto de la invención, mediante un dispositivo que comprende:

15 - una estructura portasoportes configurada para sostener uno o más soportes situados a alturas u orientaciones espaciales regulables a través de medios de fijación a dicha estructura portasoportes, donde dicha estructura alberga los elementos con los cuales el sujeto evaluado podrá interactuar durante la evaluación, y durante la cual sus movimientos son analizados.

20 - uno o más elementos multifuncionales dispuestos en la estructura portasoportes mediante fijaciones a los soportes, donde dichos elementos se definen como medios configurados para alojar objetos manipulables con los que puede interactuar el sujeto durante la evaluación. De este modo, mediante la manipulación programada de los objetos por parte del sujeto, los evaluadores pueden analizar de manera más precisa sus movimientos y esfuerzos, utilizando las técnicas complementarias existentes en el estado de la técnica. La utilización del dispositivo de la invención permite, al poder regular la altura y la orientación de los soportes sobre los que actúa el sujeto, una completa adaptación a las condiciones particulares del mismo, y un marco de referencia estable para la realización de las pruebas, lo que mejora notablemente los resultados obtenidos en la evaluación.

25 En una realización de la invención, uno o más de los elementos multifuncionales comprendidos en el dispositivo son elementos pasivos, es decir, que actúan como soportes estáticos o contenedores de los objetos manipulables, y el sujeto puede desplazar los citados objetos desde un elemento multifuncional a otro del dispositivo.

30 En otra realización de la invención, uno o más de los elementos multifuncionales son elementos activos, es decir, están configurados como palancas, pulsadores, mandos, tiradores y/o botones con los cuales el sujeto puede interactuar.

35 En una realización adicional de la invención, uno o más de los elementos multifuncionales del dispositivo comprenden indicadores visuales activables, configurados para proporcionar una referencia visual para el sujeto. Por medio de la activación programada de dichos indicadores, es posible planificar los movimientos a realizar por el sujeto durante la evaluación, con el aumento correspondiente en la precisión del análisis de los mismos. Preferentemente, los indicadores visuales son indicadores luminosos.

40 En una realización preferente de la invención, el dispositivo comprende un medio de control, por ejemplo un ordenador, configurado para activar y/o desactivar los indicadores visuales. Ello permite registrar automáticamente cada secuencia de activación, junto con los movimientos a realizar por el sujeto.

45 En otra realización de la invención, el dispositivo comprende un sistema de captura de movimiento tridimensional del sujeto bajo evaluación mediante sensores inerciales y/o fotogrametría; y/o un sistema de captura de registro de la actividad muscular del sujeto bajo evaluación mediante electromiografía de superficie y/o medida de esfuerzos externos que realiza al manipular los objetos mediante dinamometría. Ello proporciona un medio adecuado para el correcto análisis del movimiento y/o esfuerzos que realiza el sujeto evaluado durante la prueba, junto con las ventajas que aporta la tecnología de soportes propuesta por la presente invención.

50 En una realización adicional, el medio de control del dispositivo está configurado para controlar el sistema de captura de movimiento tridimensional del sujeto bajo evaluación, y/o el sistema de captura de registro de la actividad muscular de dicho sujeto. Se consigue con ello centralizar el análisis del movimiento y/o esfuerzos del sujeto y la programación de sus movimientos a realizar, con la consiguiente mejora de la precisión en el análisis y en la reproducibilidad de cada evaluación.

En otra realización de la invención, los objetos manipulables por el sujeto poseen distintas formas, masas, tamaños o texturas. Se consigue con ello aportar un medio complementario para el estudio del movimiento bajo diferentes configuraciones de los objetos manipulados.

En una realización preferente de la invención, la estructura portasoportes del dispositivo comprende al menos una barra sustancialmente vertical soportada en una base. Se consigue con ello una estructura estable y que resulta, a la vez, sencilla de manejar y configurar.

5 En una realización adicional de la invención, el dispositivo comprende una pluralidad de barras dispuestas como una envoltura frontal y/o lateral del sujeto evaluado. Con ello es posible evaluar movimientos de largo recorrido, tanto de los brazos como de la región dorso-cervical mediante, por ejemplo, el traslado de un objeto manipulable desde un elemento multifuncional situado en un lado del sujeto, hasta otro elemento situado en su lado opuesto.

10 En otra realización de la invención, la disposición espacial del dispositivo es variable, de forma que se pueden regular las posiciones y/u orientaciones espaciales de la estructura porta-soportes y/o de sus soportes asociados. Ello confiere mayor configurabilidad a la invención.

15 Otro objeto de la presente invención se refiere a un método para la obtención de datos útiles en la evaluación de la capacidad funcional de un sujeto, que comprende el uso de un dispositivo según cualquiera de las realizaciones de la invención. Dicho método comprende, preferentemente, el estudio del sujeto mientras manipula o traslada, al menos, un objeto manipulable en, desde o hasta un determinado elemento multifuncional, estando dicho elemento señalado mediante la activación de un indicador visual.

En una realización preferente del método de la invención, se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Iluminación de uno de los indicadores visuales asociados a un elemento multifuncional.

- Manipulación o traslación por parte del sujeto evaluado de un objeto manipulable asociado al elemento multifuncional.

20 - Registro del movimiento y/o de la actividad muscular que realiza el sujeto evaluado mientras manipula o traslada el objeto manipulable.

25 En otra realización de la invención, el método de evaluación comprende la activación y desactivación de indicadores visuales que señalan uno o más elementos multifuncionales para el "despistaje" del sujeto. Se consigue con ello una herramienta que permite medir la adaptabilidad del sujeto a las pruebas realizadas, junto con el análisis de movimientos sorpresivos del mismo.

30 En una realización preferente del método de la invención, se registra la actividad musculoesquelética del sujeto evaluado a través de un medio de control configurado para controlar un sistema de captura de movimiento tridimensional mediante sensores inerciales y/o fotogrametría, para controlar un sistema de captura de registro de la actividad muscular del sujeto bajo evaluación mediante electromiografía de superficie o dinamometría, y/o para controlar la activación o desactivación de indicadores visuales. Se consigue con ello obtener un análisis preciso de los movimientos y esfuerzos realizados por el sujeto.

En otra realización de la invención, el método comprende la limitación del campo visual del sujeto durante su evaluación. Con ello se consigue potenciar la realización de movimientos completos de largo recorrido de la columna cervical por parte del sujeto sometido a evaluación.

35 El método de la invención está especialmente planteado como herramienta para el estudio de la columna vertebral o del miembro superior del sujeto bajo evaluación.

Adicionalmente a las ya planteadas, otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que sigue, así como de las figuras que acompañan al presente documento.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

40 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de la invención.

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de la invención basada en elementos multifuncionales pasivos.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de la invención basada en elementos multifuncionales activos.

45 La Figura 4 muestra una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de la invención basada en una estructura portasoportes que comprende múltiples barras y donde los elementos multifuncionales son pasivos.

La Figura 5 muestra una vista en perspectiva de una realización del dispositivo de la invención basada en una estructura portasoportes que comprende múltiples barras y donde los elementos multifuncionales son tanto activos como pasivos.

La Figura 6 muestra una vista del dispositivo de la invención, durante su uso en un modelo humano al que se le han aplicado una pluralidad de sensores de movimiento y de electromiografía de superficie, con el fin de poder registrar el movimiento y la actividad muscular del sujeto a evaluar.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para la evaluación de la capacidad funcional de sujetos (FCE), aplicable en distintos entornos de tipo biomédico, biosanitario o laboral.

Más concretamente, la invención propuesta corresponde a un dispositivo y a un método, basados en técnicas objetivas de medida de movimientos y esfuerzos, de forma que se pueda evaluar, de manera precisa y reproducible, la capacidad funcional de un sujeto, es decir, su capacidad física para realizar determinadas tareas de su vida cotidiana o de su actividad laboral. Preferentemente, la invención se refiere a la evaluación de la capacidad funcional de las extremidades superiores del cuerpo humano, así como a la columna vertebral.

El dispositivo de la invención está diseñado como un sistema que complementa las herramientas técnicas disponibles en el estado de la técnica para la evaluación del movimiento y de la actividad muscular de un sujeto. Dichas técnicas comprenden, principalmente, la captura de movimiento en tres dimensiones (3D) basada, preferentemente, en sensores inerciales de movimiento (combinación de magnetómetros, inclinómetros y acelerómetros en los tres ejes del espacio) y/o mediante fotogrametría (es decir, la determinación de propiedades geométricas a partir de imágenes) y el registro de la actividad muscular del paciente, mediante electromiografía (registro de la actividad eléctrica muscular) o dinamometría.

En este contexto, el presente dispositivo se constituye como un sistema que puede utilizarse en combinación con las técnicas antes citadas, de forma que las medidas obtenidas para la evaluación funcional sean más precisas, reproducibles e independientes de las características particulares del sujeto evaluado. Para ello, según se muestra en la Figura 1 de este documento, el dispositivo de la invención comprende una estructura portasoportes (1) destinada a sostener uno o más soportes (2) a una altura determinada sobre el suelo. Dichos soportes pueden estar directamente integrados en la estructura portasoportes (1), o bien fijados a ella a través de medios de fijación (3) adecuados, tales como abrazaderas, tornillos, o cualquier otro medio conocido en el estado de la técnica para tal fin. En una realización preferente de la invención, los medios de fijación (3) son regulables, de forma que la altura a la que se fijan los soportes (2) o su orientación espacial sean variables, pudiendo así adaptarse a las condiciones de cada sujeto.

Sobre cada uno de los soportes (2) se fija, al menos, un elemento multifuncional (4), donde dicho elemento se define como un medio configurado para alojar objetos manipulables (5) con los que puede interactuar el sujeto durante la evaluación. Los elementos multifuncionales (4) pueden ser, en distintas realizaciones de la invención, tanto elementos activos como pasivos. Cuando su papel es pasivo, actúan como soportes estáticos o contenedores de los objetos manipulables (5), y el sujeto puede desplazar los citados objetos (5) desde un elemento multifuncional (4) a otro, en las realizaciones de la invención que comprenden una pluralidad de dichos elementos (4). Un ejemplo de un dispositivo según la invención, basado en elementos multifuncionales (4) pasivos, se muestra en la Figura 1. En ella, los objetos manipulables (5) son cilindros destinados a ser trasladados por el sujeto evaluado. La Figura 2 muestra otro ejemplo de realización de la invención basada en elementos multifuncionales (4) pasivos, donde dichos elementos comprenden bandejas de soporte, cajas o medios de alojamiento adaptados a las formas de los objetos manipulables (5) por el sujeto evaluado.

Cuando el papel de los elementos multifuncionales (4) es activo, los objetos manipulables (5) que alojan dichos elementos están configurados para que el sujeto pueda realizar sobre ellos ciertas acciones o manipulaciones, como pueden ser, por ejemplo, giros, pulsaciones, presiones, etc. En las realizaciones de la invención en las que alguno de los elementos multifuncionales (4) es activo, los objetos manipulables (5) pueden ser mandos, palancas, ruedas, botones u otros elementos equivalentes capaces de desarrollar una función similar. Un ejemplo de realización de la invención basada en elementos multifuncionales (4) activos se muestra en la Figura 3 de este documento.

En una realización preferente de la invención, los elementos multifuncionales (4) disponen de indicadores visuales (6) activables, que proporcionan una referencia visual para el sujeto, de forma que el responsable de la evaluación pueda dirigir las acciones del sujeto evaluado mediante la activación programada de dichos indicadores visuales (6) y siguiendo una secuencia de movimientos previamente establecida en el método de evaluación de la capacidad funcional empleado. Preferentemente, los indicadores visuales (6) son indicadores luminosos, por ejemplo diodos emisores de luz (LEDs).

En distintas realizaciones de la invención, los objetos manipulables (5) pueden adoptar diferentes formas (cilíndricas, prismáticas u otras) así como distintas masas y/o texturas, según se puede apreciar en la Figura 2. En estas realizaciones, los elementos multifuncionales (4) correspondientes son de tipo pasivo y pueden poseer diferentes configuraciones, tanto en su forma (para adaptarse a los objetos manipulables (5), como en su orientación espacial, al objeto de que el sujeto necesite adoptar distintas posiciones de la muñeca (flexión, extensión o lateralización), del antebrazo (pronación o supinación) y del hombro (flexión, abducción y/o rotación) a la hora de coger, dejar o

manipular los objetos manipulables (5). Dichos tipos de movimiento son importantes en la evaluación de la capacidad funcional de la extremidad superior.

En otras realizaciones, un mismo dispositivo de evaluación puede comprender una combinación de elementos multifuncionales (4) tanto activos como pasivos, con el fin de poder analizar un amplio espectro de movimientos funcionales en el sujeto a evaluar, tal como se muestra en la Figura 3.

Mediante el uso del dispositivo de evaluación funcional, el movimiento y el esfuerzo realizado por el paciente puede ser monitorizado, a través de las herramientas del estado de la técnica anteriormente citadas (captura de movimiento en 3D, dinamometría, electromiografía, etc.), con relación a referencias prefijadas (esto es, las alturas de los soportes, que pueden ser reguladas por el personal evaluador), obteniéndose una valoración más precisa que la que se obtendría sin la existencia de dichos puntos de referencia. En este sentido, la presente invención supone un gran avance frente las técnicas convencionales de evaluación de la capacidad funcional.

Si bien las Figuras 1-3 de este documento muestran estructuras portasoportes (1) basadas en una pluralidad de soportes (2) fijados a una única barra sustancialmente vertical (7) soportada en una base (8), en otra realización de la presente invención es posible combinar dos o más barras (7) dispuestas como una envoltura frontal y/o lateral del sujeto evaluado, tal y como se muestra, como ejemplo, en las figuras 4-5. Mediante esta realización, es posible evaluar movimientos de largo recorrido, tanto de los brazos como de la región dorso-cervical mediante, por ejemplo, el traslado de un objeto manipulable (5) desde un elemento multifuncional (4) situado en un lado del sujeto, hasta otro elemento (4) situado en su lado opuesto. Asimismo, en una realización de la invención que comprende indicadores visuales (6) aplicados a una estructura portasoportes (1) de múltiples barras (7) (Figuras 4-5), es posible evaluar la capacidad funcional de la espalda y el cuello, mediante la localización por parte del sujeto evaluado de un determinado elemento multifuncional (4) señalado por el indicador visual (6). Ello permite dirigir la atención y los posteriores movimientos del sujeto hacia diferentes regiones del espacio que abarcan las estructuras porta-soportes (1), lo que permite evaluar de forma precisa movimientos preprogramados e incluir acciones de "despistaje", que hagan que el sujeto tenga que mover su cuello, casi de forma inconsciente, para localizar el indicador visual (6) activado en un determinado momento.

La disposición espacial del aparato de evaluación funcional es, preferentemente, configurable, de forma que se puedan regular las posiciones espaciales de la estructura porta-soportes (1) y de sus soportes asociados (2), lo que permite adaptar el dispositivo de la invención a las características físicas de cada sujeto. También es posible configurar la tipología, disposición y número de elementos multifuncionales (4) distribuidos en cada soporte, así como la forma y el peso de los objetos manipulables (5) en función de las diferentes variables/aspectos funcionales a evaluar en el sujeto.

Además, las diferentes configuraciones del aparato permiten la realización de pruebas en las que el sujeto se encuentre tanto sentado como de pie. En los casos en los que el estudio se realiza sentado, es posible incorporar al dispositivo una silla regulable en altura, integrada y adaptada a la geometría de la estructura portasoportes (1).

Tanto los medios de análisis del movimiento y de la actividad muscular del sujeto, como el proceso de activación y desactivación de los indicadores visuales (6) del presente dispositivo de evaluación, se controlan preferentemente mediante un ordenador, que hace de medio de control del dispositivo y permite definir e implementar diversas rutinas o procedimientos de evaluación, registrando los resultados obtenidos en el estudio de cada sujeto.

Otro objeto de la presente invención se refiere a un método para la valoración de la capacidad funcional. Dicho método se fundamenta en la programación de los movimientos realizados por el sujeto conforme a un protocolo predefinido, empleando el dispositivo de evaluación descrito en los párrafos anteriores. De este modo, los responsables de la evaluación dan instrucciones al sujeto para que éste realice un conjunto de acciones dirigidas a la transferencia y manipulación de objetos manipulables (5) en diferentes elementos multifuncionales (4) del dispositivo, durante las cuales, preferentemente, se analiza el movimiento de los sujetos mediante herramientas de captura de movimiento, así como de la actividad muscular involucrada. Ambos análisis se realizan mediante la colocación de sensores de movimiento y/o electromiografía sobre los segmentos corporales del sujeto a evaluar, como se muestra en la Figura 6. De este modo, mediante el uso de diferentes protocolos, es posible evaluar la capacidad funcional de la columna dorso-lumbar y cervical, de los hombros, los codos y/o las muñecas. Una vez procesados los datos resultantes de los equipos de medida mediante el ordenador, se realiza un informe de evaluación de capacidad funcional del sujeto, acorde a los aspectos y zonas anatómicas que se desean estudiar. También es posible incluir, dentro del protocolo utilizado, instrucciones al sujeto que se le presenten de forma sorpresiva, siguiendo diferentes estrategias de despistaje.

El método de valoración propuesto también se caracteriza por realizar distintas pruebas que, adecuadamente combinadas en cada caso, permitan medir ciertos parámetros de movimiento y esfuerzos, varias veces, de distintos modos o situaciones y en diferentes instantes de tiempo, lo cual posibilitará estudiar la coherencia o no de las mismas, y consecuentemente detectar posibles simulaciones o distorsiones generadas por el sujeto, determinando si dicho sujeto ha colaborado o no adecuadamente en la realización de la evaluación. El método de la invención

ayuda también a establecer una clasificación en base a la pérdida de capacidad funcional de una persona que ha sufrido algún tipo de lesión bien sea en las extremidades superiores o en la columna.

5 En una realización del método de la invención, el sujeto parte de una posición inicial con los brazos pegados al cuerpo y los codos flexionados y tendrá que trasladar objetos manipulables (5) de un peso especificado, de unos elementos multifuncionales (4) a otros, siguiendo una secuencia preestablecida. Cada uno de los elementos multifuncionales (4) dispondrá de un indicador visual (6), con el fin de indicar al sujeto cuál es el elemento siguiente donde debe posicionar el objeto manipulable (5). La secuencia en la que los indicadores se iluminarán es controlada, preferentemente, mediante un ordenador programado con un software y/o hardware desarrollado al efecto.

10 En las diferentes realizaciones de la invención que comprenden la evaluación de la capacidad funcional de los dos brazos, se solicita al sujeto que realice acciones alternantes, que éste deberá realizar con su mano derecha o izquierda, pero de tal forma que el conjunto de movimientos que realice con uno y otro brazo sean los mismos al término de la prueba.

15 En cada evaluación, una vez situado el sujeto en la posición inicial, el evaluador inicia la prueba, que comienza mediante la iluminación de uno de los indicadores visuales (6) asociados a un elemento multifuncional (4). En ese instante, el sujeto deberá identificarlo. Si se trata de un elemento multifuncional (4) activo, deberá realizar la acción que corresponda (girar, pulsar, tirar, según el caso); si es un elemento multifuncional (4) pasivo, deberá desplazar un objeto manipulable (5) desde una posición hasta la posición correspondiente del elemento multifuncional (4) señalado mediante, por ejemplo, un indicador visual (6) iluminado, y depositar el objeto en la orientación que corresponda a dicho elemento multifuncional (4) pasivo. A continuación, vuelve a la posición inicial de reposo y en
20 ese momento es cuando el evaluador finalizará ese movimiento y dará paso a uno nuevo, hasta concluir el conjunto de movimientos que forman la secuencia.

La Figura 6 muestra una vista del dispositivo de la invención, durante su uso en un modelo humano al que se le han aplicado una pluralidad de sensores (9) de movimiento y/o de electromiografía de superficie, con el fin de poder registrar el movimiento y/o la actividad muscular del sujeto a evaluar.

25 Con el objeto de provocar que el paciente realice movimientos amplios de cabeza, se limita, preferentemente, el campo visual de la persona evaluada mediante la colocación de un medio de limitación del campo visual, preferentemente una pantalla opaca solidaria a la cabeza del sujeto y con un área de visión limitada, con el objeto de que todos los individuos bajo evaluación tengan el mismo campo visual durante la realización de las pruebas. La distancia entre los ojos y la pantalla permitirá al sujeto portar sus propias gafas en los casos que así lo requieran.
30 Esta limitación del campo visual obliga al individuo a la realización de movimientos cervicales amplios. El posterior análisis de los mismos es determinante en la evaluación de su columna cervical.

Se pueden realizar varias series de movimientos con el fin de poder establecer comparaciones entre ellas, intercalando un descanso adecuado a la exigencia de la prueba.

35 En las distintas realizaciones de la invención, se mide el tiempo empleado para realizar las pruebas, las amplitudes máximas alcanzadas por las articulaciones implicadas, la presencia de posibles compensaciones y la velocidad de ejecución de las mismas. Asimismo, se analiza la actividad electromiográfica de los músculos implicados en la prueba.

Por último, cabe citar de nuevo, brevemente, las siguientes ventajas que proporciona frente a las actuales herramientas de análisis de la capacidad funcional disponibles en el mercado:

40 - Objetividad en las mediciones realizadas, lo cual permite una cuantificación más rigurosa del hecho lesivo o de sus consecuencias.

- Capacidad de reproducibilidad o repetitividad.

- Combina diferentes técnicas: análisis del movimiento articular, análisis bioeléctrico de la actividad muscular asociada o medidas de esfuerzos con el uso de dinamómetros.

45 - Introduce técnicas de “despistaje” que favorece una participación activa y relajada del sujeto durante la prueba, facilitando una evaluación no influenciada por pacientes con un comportamiento engañoso o no colaborativo.

- Es un método abierto a incorporar nuevos instrumentos de medida y nuevas tecnologías, como realidad virtual mediante la utilización de gafas 3D, guantes de movimiento o presión, entre otras.

50 Una vez descrita la presente invención y algunas de sus realizaciones preferentes, junto con sus principales ventajas sobre el estado de la técnica, cabe resaltar, de nuevo, que su aplicación no ha de ser entendida como limitada necesariamente a una configuración determinada de los elementos del dispositivo o al método descritos, ni a las realizaciones referidas en los ejemplos de la invención, sino que resulta aplicable también a otro tipo de

configuraciones y procedimientos, mediante las adecuadas variaciones en sus elementos, siempre que dichas variaciones no alteren la esencia de la invención, así como el objeto de la misma.

REIVINDICACIONES

- 1.-Dispositivo para la evaluación de la capacidad funcional de un sujeto caracterizado porque comprende:
- una estructura portasoportes (1) configurada para sostener uno o más soportes (2) situados a alturas u orientaciones espaciales regulables a través de medios de fijación (3) a dicha estructura portasoportes (1);
- 5 - uno o más elementos multifuncionales (4) dispuestos en la estructura portasoportes (1) mediante fijaciones a los soportes (2), donde dichos elementos multifuncionales (4) están configurados para alojar uno o más objetos manipulables (5) por el sujeto sometido a evaluación.
- 2.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde uno o más de los elementos multifuncionales (4) son elementos pasivos, configurados como soportes o contenedores de los objetos manipulables (5).
- 10 3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde uno o más de los elementos multifuncionales (4) son elementos activos, configurados como palancas, pulsadores, mandos, tiradores y/o botones.
- 4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde uno o más de los elementos multifuncionales (4) comprenden indicadores visuales (6) activables, configurados para proporcionar una referencia visual para el sujeto.
- 15 5.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde los indicadores visuales (6) son indicadores luminosos.
- 6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4-5 que comprende un medio de control configurado para activar y/o desactivar los indicadores visuales (6).
- 7.- Dispositivo según la reivindicación anterior, que comprende un sistema de captura de movimiento tridimensional del sujeto bajo evaluación mediante sensores inerciales y/o fotogrametría, y/o un sistema de captura de registro de la actividad muscular del sujeto bajo evaluación mediante electromiografía de superficie y/o medida de las fuerzas externas que realiza el sujeto durante la manipulación de los objetos mediante dinamometría.
- 20 8.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde el medio de control está configurado para controlar el sistema de captura de movimiento tridimensional del sujeto bajo evaluación y/o el sistema de captura de registro de la actividad muscular de dicho sujeto.
- 25 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los objetos manipulables (5) comprenden distintas formas, masas, tamaños o texturas.
- 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la estructura portasoportes (1) comprende al menos una barra sustancialmente vertical (7) soportada en una base (8).
- 30 11.- Dispositivo según la reivindicación anterior, que comprende una pluralidad de barras (7) dispuestas como una envoltura frontal y/o lateral del sujeto evaluado.
- 12.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque su disposición espacial es variable, de forma que se pueden regular las posiciones y/u orientaciones espaciales de la estructura portasoportes (1) y/o de sus soportes asociados (2).
- 35 13.- Método para la obtención de datos útiles en la evaluación de la capacidad funcional de un sujeto, que comprende el uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 14.- Método según la reivindicación anterior, que comprende el estudio del sujeto mientras manipula o traslada, al menos, un objeto manipulable (5) en, desde o hasta un determinado elemento multifuncional (4), estando dicho elemento señalado mediante la activación de un indicador visual (6).
- 15.- Método según las reivindicaciones 13-14, que comprende los siguientes pasos:
- 40 - iluminación de uno de los indicadores visuales (6) asociados a un elemento multifuncional (4);
- manipulación o traslación por parte del sujeto evaluado de un objeto manipulable (5) asociado al elemento multifuncional (4);
 - registro del movimiento y/o de la actividad muscular del sujeto evaluado mientras manipula o traslada el objeto manipulable (5).
- 45 16.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, que comprende la activación y desactivación de indicadores visuales (6) que señalan uno o más elementos multifuncionales (4) para el despistaje del sujeto.

5 17.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 14-16 que comprende el registro del movimiento y/o de la actividad muscular del sujeto evaluado a través de un medio de control configurado para controlar un sistema de captura de movimiento tridimensional mediante sensores inerciales y/o fotogrametría, para controlar un sistema de captura de registro de la actividad muscular del sujeto bajo evaluación mediante electromiografía de superficie o dinamometría, y/o para controlar la activación o desactivación de indicadores visuales (6).

18.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 13-17 que comprende la limitación del campo visual del sujeto durante su evaluación.

19.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 13-18 que comprende el estudio de la columna vertebral o del miembro superior del sujeto bajo evaluación.

10

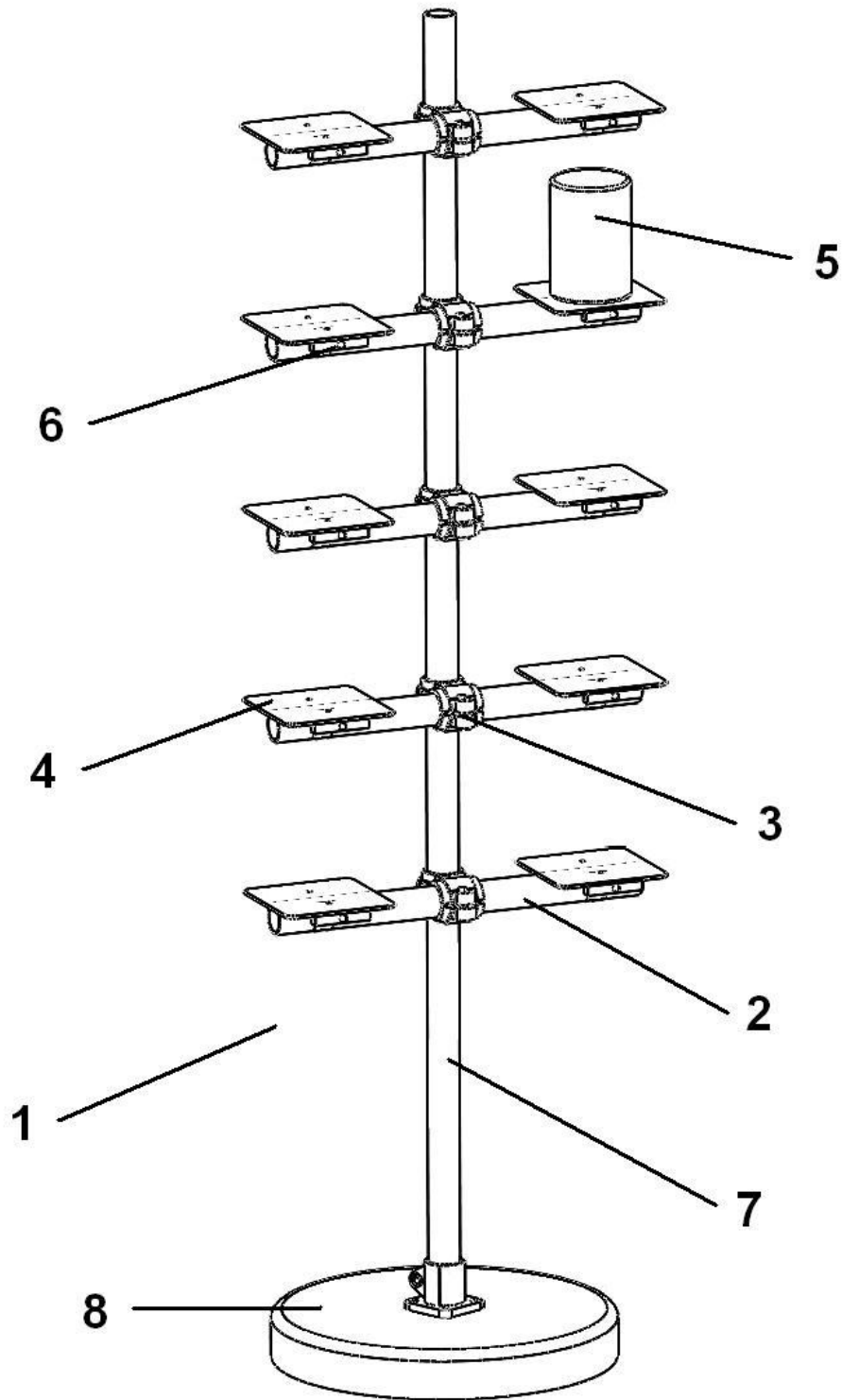


FIG. 1

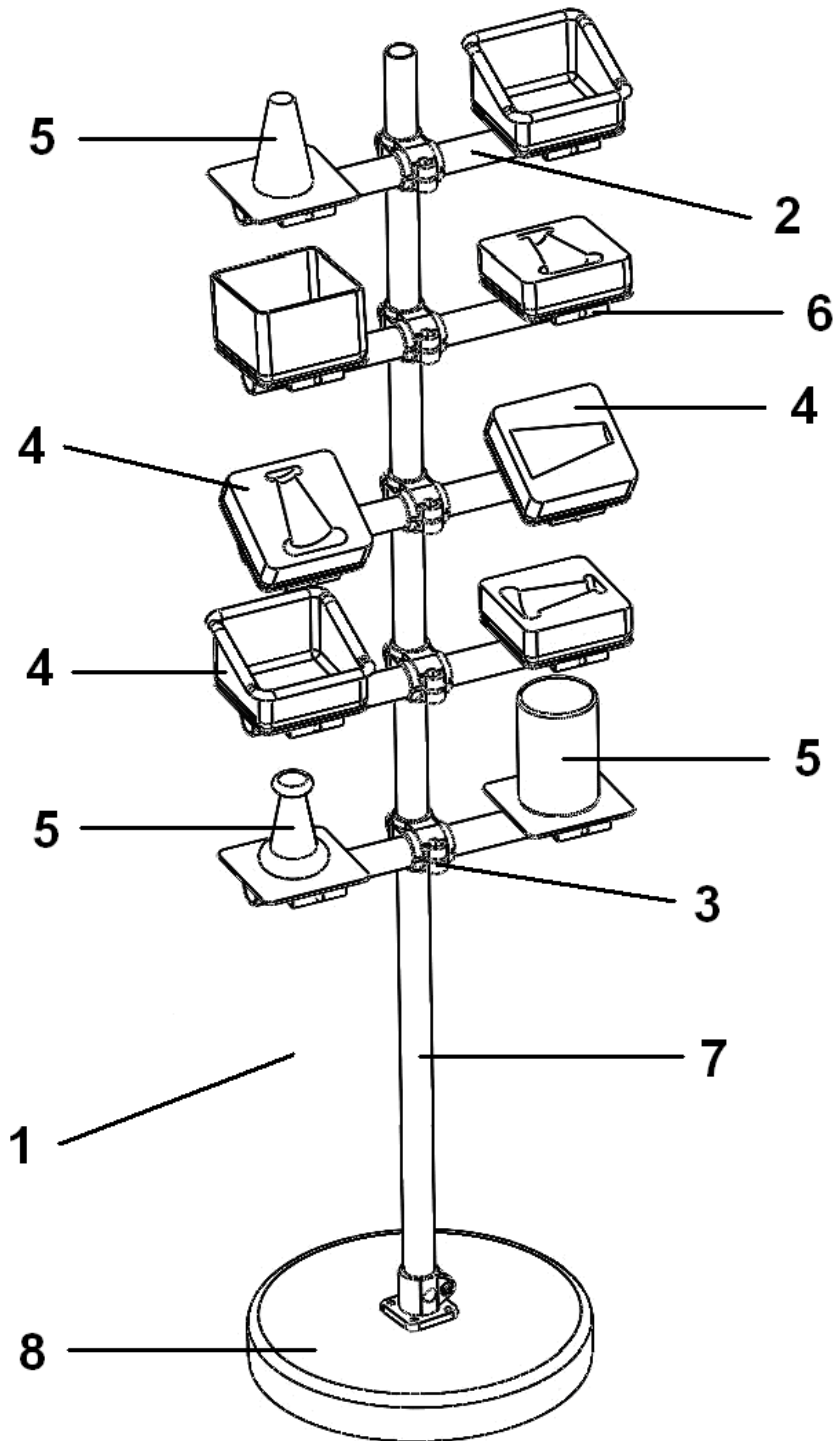


FIG. 2

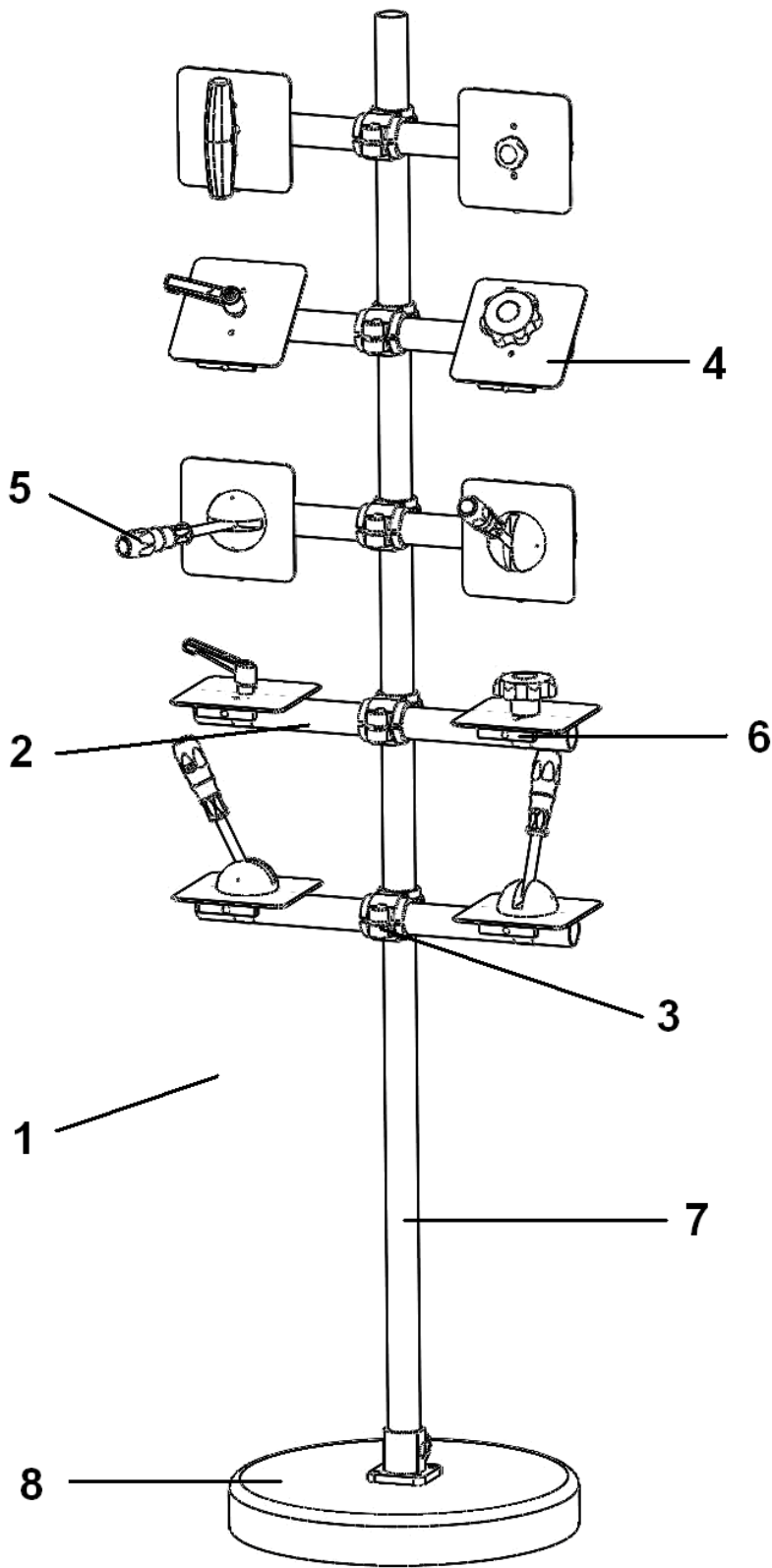


FIG. 3

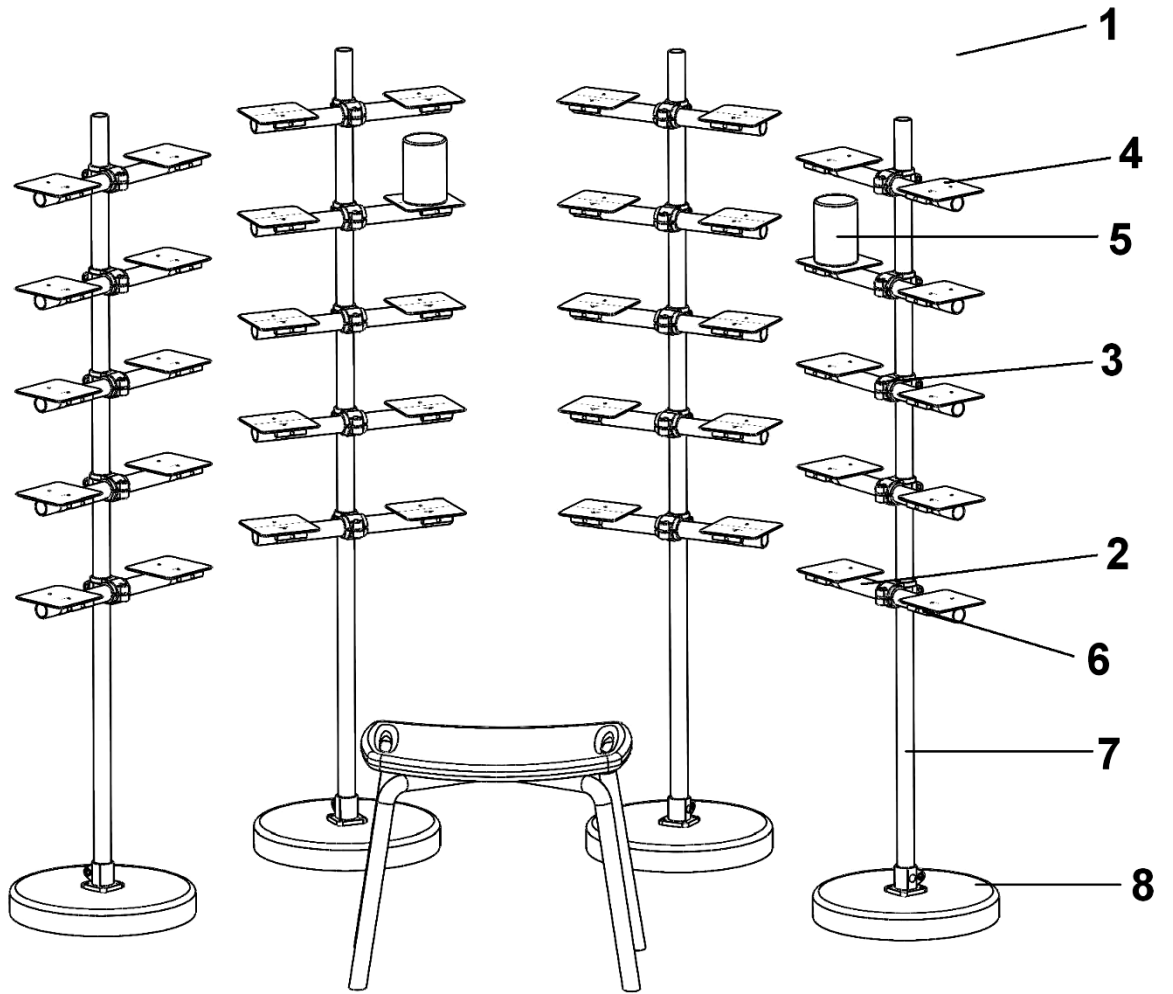


FIG. 4

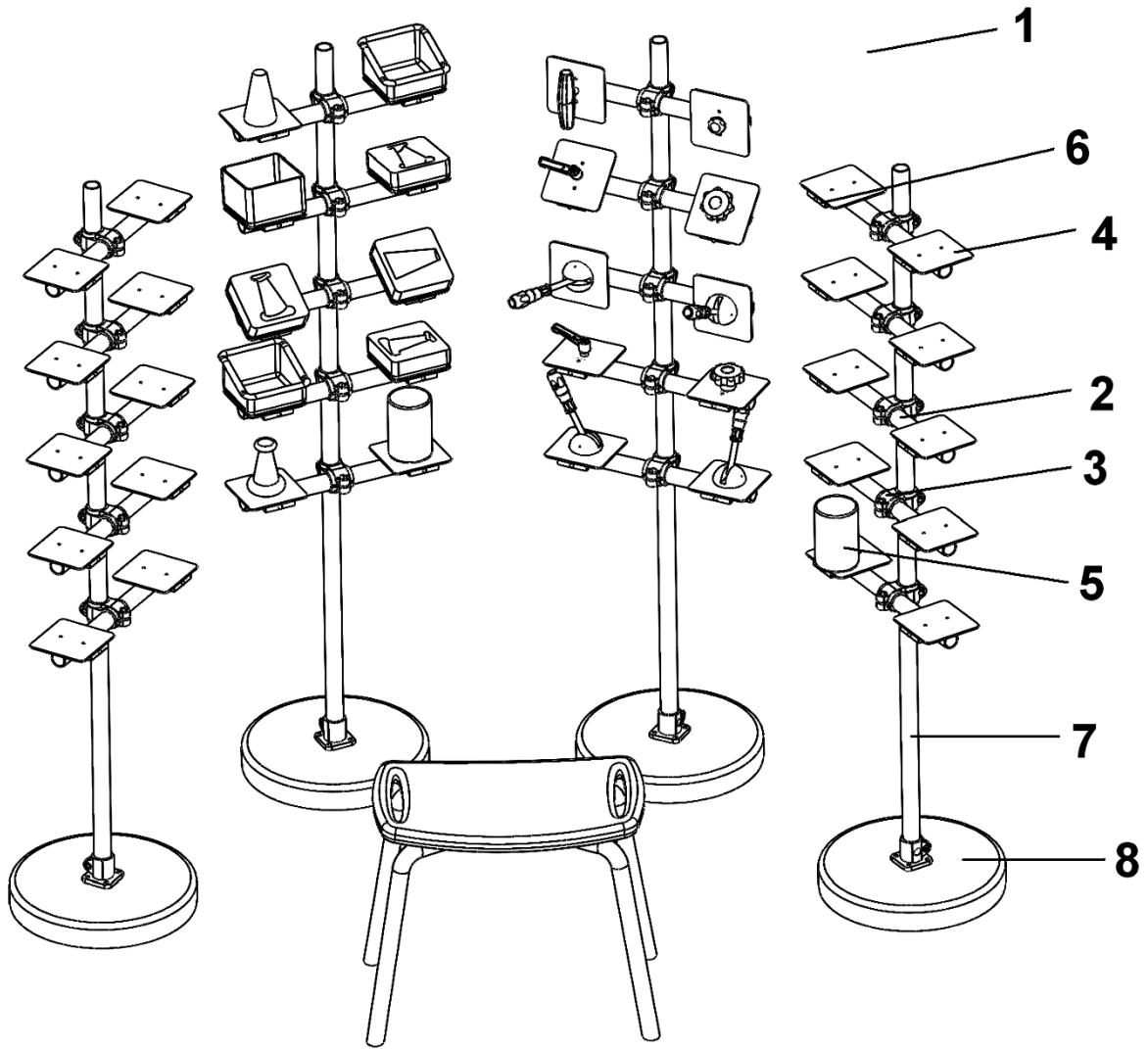


FIG. 5

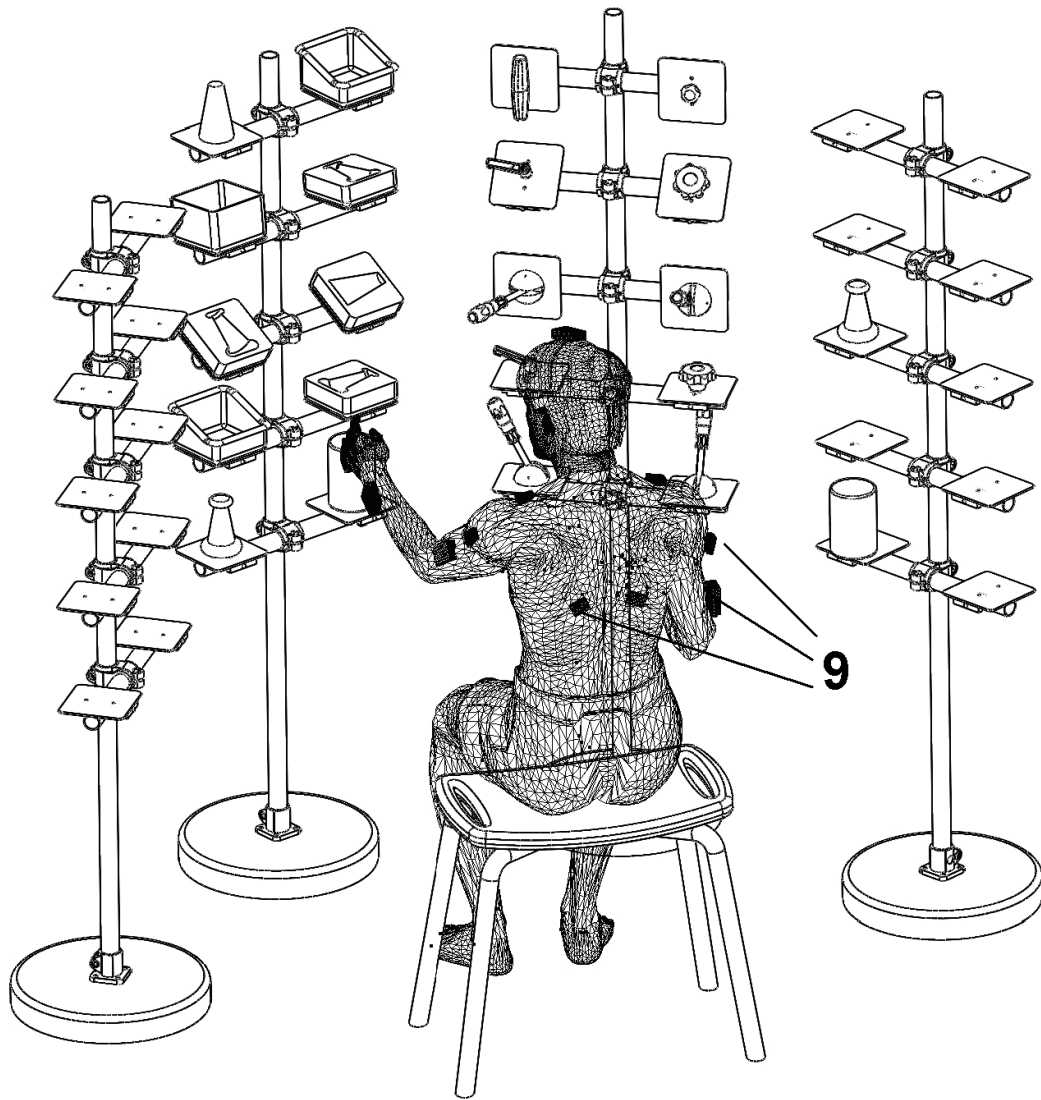


FIG. 6