

DISPOSITIVO AUTOMATIZADO PARA LA MEDICIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR ISOMÉTRICA

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención corresponde a un Dispositivo Automatizado de medición fuerza isométrica de los grupos musculares de la extremidad inferior. Este dispositivo puede ser usado en centros de alto rendimiento, universidades y centros de rehabilitación, con fines de establecer el rendimiento neuromuscular mediante la determinación del Pico de la Fuerza y el cálculo de la Tasa de Desarrollo de la Fuerza, asegurando una evaluación consistente y confiable del estado muscular.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La fuerza es una herramienta fundamental para el rendimiento deportivo, por tal motivo es importante prevenir enfermedades dependientes de la edad, el género, los factores de riesgos y el nivel de salud; y de esta manera mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas.

El conocimiento de los aspectos neurofisiológicos del entrenamiento de la fuerza es fundamental para prescribir apropiadamente un programa de ejercicio físico, dirigido a mejorar el rendimiento neuromuscular. Pero antes de prescribir un programa de entrenamiento es necesario tener claro algunos conceptos básicos relacionados con las manifestaciones de la fuerza. La fuerza dinámica (máxima, relativa) es la capacidad del sistema neuromuscular en desplazar una carga a través del recorrido articular completo. La fuerza isométrica se puede definir como la activación muscular voluntaria máxima contra una resistencia, sin desplazamiento de las fibras musculares, describiendo la

función neuromuscular a través de activaciones musculares voluntarias máximas. Las ventajas de la evaluación de la fuerza isométrica son: (1) alta confiabilidad, y (2) condiciones controladas.

Las evaluaciones de la fuerza isométrica son relativamente fáciles de establecer y presentan un menor riesgo de lesión. En tal sentido, la evaluación de la función neuromuscular por medio de contracciones isométricas se fundamenta en el análisis de la curva fuerza-tiempo (Beckham et al., 2013). Una ventaja de este tipo de evaluaciones es que al centrar su análisis en la curva fuerza-tiempo provee información relacionada con la capacidad de generación de fuerza y la velocidad a la que se puede aplicar durante las tensiones máximas (Haff, et al., 2015). Además de esto, es importante reafirmar la relevancia que tiene este tipo de evaluaciones en comparación con las evaluaciones tradicionales, puesto que, la resolución temporal de la evaluación isométrica es más alta (1000 a 2000 Hz) en comparación de los instrumentos posiblemente aplicables en una evaluación tradicional. Esto dos factores normalmente se establecen mediante la determinación del pico de la fuerza (PF) y el cálculo de la tasa de desarrollo de la fuerza (TDF) logradas durante una evaluación de la curva fuerza-tiempo isométrica (Haff, et al., 2015).

La TDF también denominada acciones rápidas o balísticas se evalúa cada vez más para determinar el rendimiento neuromuscular en atletas, personas mayores y pacientes. La TDF se establece a partir de la relación entre la magnitud de la fuerza aplicada y una unidad de tiempo, que puede ser milisegundos (0,0001s). De esta forma, permite conocer la velocidad con la que se puede transmitir la tensión que se está generando en el músculo. Esta variable es crucial en el deporte, la actividad física y la rehabilitación, fundamentalmente al hecho de que, la TDF parece estar: (1) mejor relacionada con la mayoría de los desempeños de las tareas diarias funcionales y específicas de la disciplina deportiva (Maffiuletti et al., 2010; Tillin et al., 2013a), (2) más sensibles para detectar cambios agudos y crónicos en la función neuromuscular (Angeloizzi et al., 2012; Jenkins et al., 2014b; Penailillo et al., 2015) y (3) esta

potencialmente regida por diferentes mecanismos neurofisiológicos (Andersen y Aagaard 2006). En ese sentido, la capacidad de producir un aumento rápido en la fuerza contráctil durante la fase inicial de una contracción voluntaria máxima se refleja en una TDF alta. Concretamente, se ha establecido que esta variable es vital no solo en el contexto deportivo, sino en el contexto de rehabilitación dada la importancia de la información que ella transmite. Por lo tanto, la capacidad de registrar y cuantificar de forma fiable, válida y eficaz la TDF es importante no solo para los investigadores en el campo de la fisiología humana y del ejercicio, así como para los profesionales en los campos del entrenamiento físico y la rehabilitación.

En la actualidad la revolución digital ha impactado positivamente todos los campos de la vida humana, uno de estos, es el campo de la evaluación y seguimiento de la condición física de las personas. La fuerza isométrica inicialmente se determinó a través de dinamómetros analógicos que tenían una limitada funcionalidad y la gran desventaja de generar tan solo una variable. El siguiente nivel de instrumentos para la evaluación de la fuerza isométrica es el sistema multifuncional para probar y medir la fuerza de varios grupos de músculos, y en particular los de la espalda, presentando tres limitantes: (1) el tamaño, (2) la metodología de la evaluación (bipodal), y (3) que seguía generando una única variable el pico de fuerza isométrico. En un tercer nivel de desarrollo, los investigadores de la ciencias del ejercicio adoptaron tecnología de otras áreas en la medida en que la evaluación de la fuerza fue desarrollada a través de los traductores de fuerza, sin embargo, esta tecnología implicó una mejora en la resolución temporal y en las variables analizadas, presentando dos grandes retos: (1) la falta de consenso internacional en la estandarización de los protocolos de evaluación, (2) y el engorroso procesamiento de los datos y el cálculo de las variables, porque el traductor simplemente genera datos que son guardados en el ordenador para su posterior análisis. Teniendo en cuenta todo lo anterior la presente invención pretende innovar en el campo de la evaluación de la fuerza isométrica generando un sistema de evaluación

que de soluciones prácticas a los problemas antes mencionados y que sea automático en el procesamiento de datos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5

El presente apartado explica los elementos constitutivos del dispositivo, como procesa la fuerza en señales eléctricas hasta convertirlas en datos, el hardware y software para tal fin y la forma de uso para un usuario.

10 1. Elementos constitutivos del dispositivo

Para determinar la fuerza isométrica de una persona se necesita un dispositivo de medición muy sensible, capaz de medir deformaciones mecánicas sutiles de una célula de carga (28, 29, 38) de tracción, esto se logra mediante el uso de galgas
15 extensiométricas; estos sensores son básicamente unas resistencias eléctricas que permiten cambiar el flujo eléctrico de acuerdo a sus propiedades, estos sensores están diseñados para transformar una señal mecánica de deformación de una célula de carga por la fuerza de extensión en una señal eléctrica de voltaje.

20 Teniendo como centro las células de carga, se diseñó un Dispositivo Automatizado de Fuerza Isométrica, el cual consiste en una estación de medición (0) resistente, de fácil transporte, máxima estabilidad, ergonómicamente diseñado para proporcionar confort al paciente como al evaluador; esta estación de medición (0) tiene una estructura metálica sólida principal (16) que en su parte superior tiene unos rieles (31) que
25 sostienen la base acolchonada (10), en su extremo derecho cuenta con un soporte para la elevación de talones (14) y en su extremo izquierdo superior una barra para flexión de rodillas, y flexión y extensión de cadera (7) y el izquierdo inferior unos rodillos para

extensión de rodillas (1), y en cada una de estas se dispondrá una célula de carga para medir las siguientes cinco fuerzas isométricas.

a. Evaluación de la fuerza isométrica de elevación de talones

5

Esta evaluación se desarrolla sobre el soporte para extensión de talones (11,14), una estructura sólida que le da estabilidad y resistencia al dispositivo para la realización de la contracción isométrica máxima de los músculos involucrados, con un empuje sostenido hacia arriba; el usuario se sienta sobre las almohadillas superiores (23), se agarra de las asas laterales (12) y se ajusta al largo de su tibia al soporte ajustable para talones (13) mediante tornillo de fijación (26) a fin de que al elevar los tobillos, las rodillas pegan sobre las almohadillas de rodillas (23), cuando el talón se eleve, deformara la célula de carga para tobillos (38). Además, el dispositivo posee un respaldo abatible [15], el cual se acondiciona hacia adelante/atrás, con el propósito de apoyar la espalda del usuario.

b. Evaluación de la fuerza isométrica en extensión de rodilla.

Para esta evaluación el usuario se sienta en el borde izquierdo ajusta el soporte de la rodilla (3) al largo de su tibia mediante tornillo de fijación (2) al soporte inferior (27) el cual tiene internamente una célula de carga (29).

c. Evaluación de la fuerza isométrica en flexión de rodilla.

25

Para esta evaluación el usuario se dispone en posición prono sobre las almohadillas superiores (10) con una rodilla flexionada, mediante sujetador a célula de carga superior

(28) en barra de soporte (7) el usuario flexiona su rodilla y así medir la deformación en célula de carga.

d. Evaluación de la fuerza isométrica de la flexión de cadera.

5

El usuario acostado en posición supino con una rodilla flexionada hacia su pecho sujetado a la célula de carga por su pie puede tensionar la célula de carga superior (28) que está en la barra (7) en el soporte de célula de carga (8).

10

e. Evaluación de la fuerza isométrica de la extensión de cadera

El usuario acostado en prono con los soportes de la barra (6) ajustados a su primer orificio para que se reduzca la altura de la barra (7) a la cadera del usuario, este ajuste se logra mediante orificios (5) y tornillo (9). La barra puede contar con un soporte para

15

célula de carga (8).

Las galgas dentro de las células de carga (28, 29, 38) dispuestas dentro de la estación de medición (0) envían un voltaje a un transductor (40) que amplifica la señal hacia una tarjeta DAQ (41) que convierte las señales eléctricas en digitales que serán procesadas

20

en el software de un ordenador (42) que nos permitirá evidenciar.

Tabla 1. Componentes del Dispositivo Automatizado de la Fuerza Isométrica.

Estación de medición [0]	Mecanismo de abrazaderas [18]
Rodillos acolchonados de alta densidad [1]	Mecanismo ajuste del respaldo [19]
Tornillo de fijación ajustable [2]	Mecanismo de abrazaderas [20]
Soporte ajustable [3]	Mecanismo de abrazaderas [21]

Tornillo de fijación ajustable [4]	Abrazaderas [22]
Orificio para tornillos de fijación ajustable [5]	Almohadillas acolchonadas de alta densidad [23]
Soportes ajustables para altura [6]	Soporte de célula carga [24]
Barra de soporte célula de carga [7]	Tornillos de fijación [25]
Soporte de la célula de carga [8]	Tornillos de fijación ajustable [26]
Tornillos de fijación ajustable [9]	Soporte de célula de carga y rodillo [27]
Base acolchonada antideslizante [10]	Célula de carga [28, 29, 38]
Estructura sólida antideslizante [11]	Rieles [31]
Asas de agarre [12]	Transductor [40]
Soportes ajustables para altura de talones [13]	Tarjeta DAQ [41]
Soporte para la elevación [14]	Ordenador [42]
Respaldo ajustable [15]	Transformador de corriente alterna a continua [43]
Estructura sólida, resistente y estable [16]	Caja de control [45]
Orificios para tornillos de fijación ajustable [17]	

2. Generación de señales eléctricas y lectura de datos digitales

- 5 Para entender el proceso de lectura y acondicionamiento de las señales eléctricas adquiridas por medio de las células de carga (28, 29, 38) se debe comprender las galgas extensiométricas, estos sensores están diseñados para transformar una señal mecánica que consiste en la deformación de un elemento producto de la carga o fuerza aplicada sobre ella a una señal eléctrica medible y por lo tanto cuantificable, funcionan como

resistencias que cambian su voltaje en función de la deformación mecánica al deformar la estructura metálica en forma de S, donde un extremo está amarrado a la estación de medición (0) y el otro extremo lo tensa la acción del usuario; dicho voltaje se recibe y se lee desde un transductor (40) que emite una señal eléctrica en función del cambio de magnitud de deformación.

El transductor (40) amplifica señal que recibe de la galga a través de salidas de voltaje que varían de 0 a 10 voltios o de 0 a 5 voltios o salidas de 4 a 20 mil amperios y la envía a una tarjeta DAQ (41) (NI DAQ 6008 National Instruments) que transforma el voltaje en información digital de datos hacia un ordenador (42) para el procesamiento de datos de manera alámbrica o inalámbrica.

Una Interfase Tecnológica dentro del ordenador (42) recoge y procesa los datos en tiempo real, creando una base de datos que permite hacer comparaciones entre las variables de fuerza isométrica máxima, tasa de desarrollo de la fuerza, tasa de la pérdida de la fuerza, fuerza isométrica máxima, fuerza en 50 ms, 100 ms, 150 ms, con una velocidad de lectura entre 1000 a 2000 datos por segundo.

3. Detalle de los elementos electrónicos, hardware y software.

20

El transductor (40) requiere una fuente eléctrica de corriente continua por lo que necesitara de un transformador de corriente alterna a continúa (43) para tomar la electricidad de la redes públicas, esto se puede hacer con una suicheada 24V 2A 48W que permite pasar el voltaje de corriente alterna (AC) a corriente continua (DC), además, cuenta con protección contra cortocircuitos sobrevoltaje, sobrecarga y sobre temperatura, con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y asegurándoles mayor vida útil.

El transductor (40) tiene las siguientes características constructivas principales:

- a. alimentación: DC 18 ~ 26V,
- b. impedancia entrada: 2kohms máx,
- c. sensibilidad entrada: 1,5 ~ 2,1mV / V,
- d. tensión de excitación: DC 5V,
- e. salidas 0-10V y 4-20mA,
- f. puede trabajar con hasta 4 celdas en paralelo,
- g. capacidad de carga 87ohms (cuatro células de 350ohms en paralelo),
- h. precisión 0,3% FS,
- i. temperatura de trabajo 0 ~ 50°C,
- j. peso 90 gramos,
- k. dimensiones 115 * 80 * 35mm;

Así mismo, el controlador (41) NI DAQ 6008, de la empresa National Instruments, es un dispositivo multifuncional que contiene entradas y salidas analógicas y digitales, junto con un contador rápido de 32 bits, es especial para aplicaciones de registro de datos simples, sistemas portables, experimentos académicos entre otros; el equipo viene con una cubierta plástica ligera y se alimenta por puerto USB facilitando y simplificando la conectividad en diferentes equipos y sistemas operativos.

Características funcionales:

Entrada Analógica:

- a. Canales de una sola terminal: 8
- b. Canales Diferenciales: 4
- c. Resolución de Entrada Analógica: 12 bits
- d. Rango de Voltaje Máximo: -10 V - 10 V; Precisión: 7.73 mV
- e. Rango de Voltaje Mínimo: -1 V - 1 V; Precisión: 37.5 mV
- f. Número de Rangos: 8
- g. Muestreo Simultáneo: No
- h. Memoria Interna: 512 B

Salida Analógica:

- a. número de Canales: 2
- b. resolución: 12 bits
- c. rango de Voltaje Máximo: 0 V - 5 V; Precisión: 7 mV
- d. rango de Voltaje Mínimo: 0 V - 5 V; Precisión: 7 mV
- e. razón de Actualización: 150 S / s
- f. capacidad de Corriente Simple: 5 mA
- g. capacidad de Corriente Total: 10 mA

E / S Digital

- a. Canales Bidireccionales: 12
- b. Canales de Entrada Únicamente: 0
- c. Canales de Salida Únicamente: 0
- d. Temporización: Software

- e. Niveles Lógicos: TTL
- f. Filtros de Entrada Programables: No

Especificaciones Físicas

- a. Longitud: 8.51 cm
- b. Ancho: 8.18 cm
- c. Altura: 2.31 cm
- d. Conector de E / S: Terminales de tornillo
- e. Potencia USB: Energizado por Bus

Otro componente es la caja de control (45), construida en acrílico de 3mm, y va a contener todos los dispositivos anteriormente mencionados y descritos, con el fin de unificar el producto, darle estética y simplificarle al profesional su traslado y luego uso de la misma, con las siguientes dimensiones: (a) alto: 7cm, (b) ancho: 16,5cm, (c) largo: 25,5cm. Con este último, terminamos la descripción de los dispositivos que requerimos por parte del hardware para el desarrollo del sistema y pasamos a la descripción del Software.

Con relación al Software, los componentes que lo conforman son: el software LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), es de programación gráfica, con una interfase intuitiva, permite realizar configuración desde hardware hasta otros softwares que estén conectados a este. Todos los programas creados con LabVIEW se denominan instrumentos virtuales o Vis.

Principales Áreas de Aplicación:

- a. Diseñar maquinas inteligentes o equipos industriales.
- b. Medir sistemas físicos con actuadores y sensores.
- c. Desarrollar sistemas de pruebas de producción.
- d. Validar o verificar diseños electrónicos.

Facilidades de Manejo. Interface de Comunicaciones:

- a. Puerto serie.
- b. Puerto paralelo.
- c. GPIBd. PXI.
- d. VXIf.
- e. TCP/IP, UDP, DataSocket.
- f. Irdah.
- g. Bluetoothi.
- h. USBj.
- i. OPC

Capacidad de Interactuar con otros Lenguajes y Aplicaciones

- a. DLL: librerías de funciones
- b. .NETc.
- c. ActiveXd.
- d. Multisime.
- e. Matlab/Simulinkf.
- f. AutoCAD, SolidWorks, etc.
- g. Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
- h. Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- i. Adquisición y tratamiento de imágenes

Otro componente es la extensión .exe, que es un archivo ejecutable de código reubicable, y de referencia a detalle para que se pueda ejecutar en los diferentes sistemas operativos. Estos archivos en la actualidad tienen gran auge especialmente a estas características, normalmente se encuentran a 32 Bits y 64 Bits, para que sea ejecutado dependiendo de la arquitectura del dispositivo o computador. Debido al proceso de compilación por el que pasa cada uno de estos ejecutables, estos no pueden ser editados ni leídos, dándole al desarrollador seguridad en su desarrollo.

En la figura 10, se puede visualizar los diferentes pines de conexión del transmisor. Desde esa vista, se identifica claramente: al lado izquierdo, las conexiones provenientes de la celda de carga. Al lado derecho, se encuentran los pines de alimentación del transductor (GND, 24V DC) junto con los bornes de salida acondicionada de la señal (0-5 V o 0-10 V o 4-20 mA). En la parte superior se encuentran de color azul, los trimmer, que no son más que resistencias variables, que permiten obtener mejoras en la respuesta del transmisor. De color rojo se visualiza el “dip switch”, que toma múltiples valores, este es un elemento para señales discretas, el cual permite seleccionar el tipo de señal de salida (0-5 V o 0-10 V o 4-20 mA).

4. Toma de evaluaciones

- a. Evaluación de la fuerza isométrica en la extensión de rodilla

Inicialmente el participante debe sentarse en la máquina y apoyarse firmemente, debe colocar los tobillos detrás y en contacto con el rodillo acolchado para los pies, las piernas deben estar paralelo, las rodillas deben estar alineadas con el eje del dispositivo. Si es necesario ajustar el rodillo para colocar piernas correctamente. Una vez ubicado el participante y calibrado el equipo, se procede a la ejecución de la prueba, se le pide al participante que realice una contracción máxima isométrica (extensión rodillas), de los músculos involucrados (vasto externo, vasto intermedio, vasto interno y recto femoral), manteniendo el tronco erguido y la espalda firmemente apoyada contra el respaldo, manteniendo un agarre firme sobre las asas y evitando que las caderas o los glúteos se separen del asiento.

b. Evaluación de la fuerza isométrica en la elevación de talones

Inicialmente el participante debe sentarse en el dispositivo y apoyarse firmemente, debe colocar los muslos bajo los soportes acolchados y colocar el primer metatarso de ambos pies (con una separación similar a la de las caderas) sobre el borde externo del escalón del dispositivo. Si es necesario, ajustar la altura de los soportes para que los muslos queden en paralelo con respecto al suelo. Debe colocar los pies y las piernas en paralelo una con la otra con los dedos apuntando al frente, colocando los tobillos en ligera flexión plantar, dejando los talones sin apoyar, por debajo del nivel de escalón. Una vez ubicado el participante y calibrado el equipo, se procede a la ejecución de la prueba, se le pide al participante mantener el tronco erguido y las piernas y los pies paralelo, iniciando con la contracción isométrica máxima de los músculos involucrados (sóleo, gastrocnemios) con un empuje sostenido hacia arriba, sin invertir ni evertir los tobillos.

c. Evaluación de la fuerza isométrica en la flexión de rodilla

Inicialmente el participante debe tumbarse en el dispositivo de cúbito prono apoyando firmemente las caderas y el tronco en la base acolchonada del dispositivo, para evitar compensaciones, manteniendo un agarre firme sobre las asas. Si es necesario, se nivela la altura de los soportes al requerimiento del individuo. La pierna para evaluar debe estar a en un ángulo de 90° grados con respecto a la articulación de la rodilla, vertical a la celda de carga (sensor tipo S), la pierna no evaluada permanece apoyada en la base acolchonada del dispositivo. Una vez ubicado el participante y calibrado el equipo, se procede a la ejecución de la prueba iniciando con la contracción isométrica máxima de los músculos involucrados (semitendinoso, semimembranosos y bíceps crural) con un empuje del talón hacia el glúteo sostenido.

d. Evaluación de la fuerza isométrica en la extensión de cadera

Inicialmente el participante debe tumbarse en el dispositivo de cúbito prono apoyando firmemente las caderas y el tronco en la base acolchonada del dispositivo, para evitar compensaciones, manteniendo un agarre firme sobre las asas. Si es necesario, se nivela la altura de los soportes al requerimiento del individuo. La pierna para evaluar debe estar en total extensión con respecto a la articulación de la cadera (coxofemoral), diagonal a la celda de carga (sensor tipo S), sin desplazarla fuera del dispositivo, la pierna no evaluada permanece apoyada en la base acolchonada del dispositivo. Una vez ubicado el participante y calibrado el equipo, se procede a la ejecución de la prueba iniciando con la contracción isométrica máxima de los músculos involucrados (glúteo mayor) con un empuje sostenido vertical del talón hacia arriba.

e. Evaluación de la fuerza isométrica en la flexión de cadera

Inicialmente el participante debe tumbarse en el dispositivo de cúbito supino apoyando firmemente las caderas y el tronco en la base acolchonada del dispositivo, para evitar compensaciones, manteniendo un agarre firme sobre las asas. Si es necesario, se nivela la altura de los soportes al requerimiento del individuo. La pierna para evaluar debe estar a un ángulo de 90° grados con respecto a la articulación de la cadera (coxo femoral), vertical a la celda de carga (sensor tipo S), la pierna no evaluada permanece apoyada en la base acolchonada del dispositivo. Una vez ubicado el participante y calibrado el equipo, se procede a la ejecución de la prueba iniciando con la contracción isométrica máxima de los músculos involucrados (psoas mayor, iliaco) con un empuje sostenido de la rodilla al tronco.

Descripción de figuras:

Figura 1. Vista total del dispositivo

Figura 2. Vista de datos que automatiza el dispositivo.

Figura 3. Célula de carga (sensor tipo S)

Figura 4. Dispositivo automatizado de fuerza isométrica cerrado

Figura 5. Dispositivo automatizado de fuerza isométrica abierto

Figura 6. Dispositivo automatizado de fuerza isométrica (plano frontal)

Figura 7. Dispositivo automatizado de fuerza isométrica (plano trasero)

Figura 7. Dispositivo automatizado de fuerza isométrica (plano sagital)

Figura 9. Flujo de las señales hasta convertirse en datos.

Figura 10. Imagen de la tarjeta de adquisición de datos

Figura 11. Ubicación de las Células de carga

Figura 12. Evaluación de la fuerza isométrica en extensión de rodilla.

Figura 13. Evaluación de la fuerza isométrica en elevación de talones

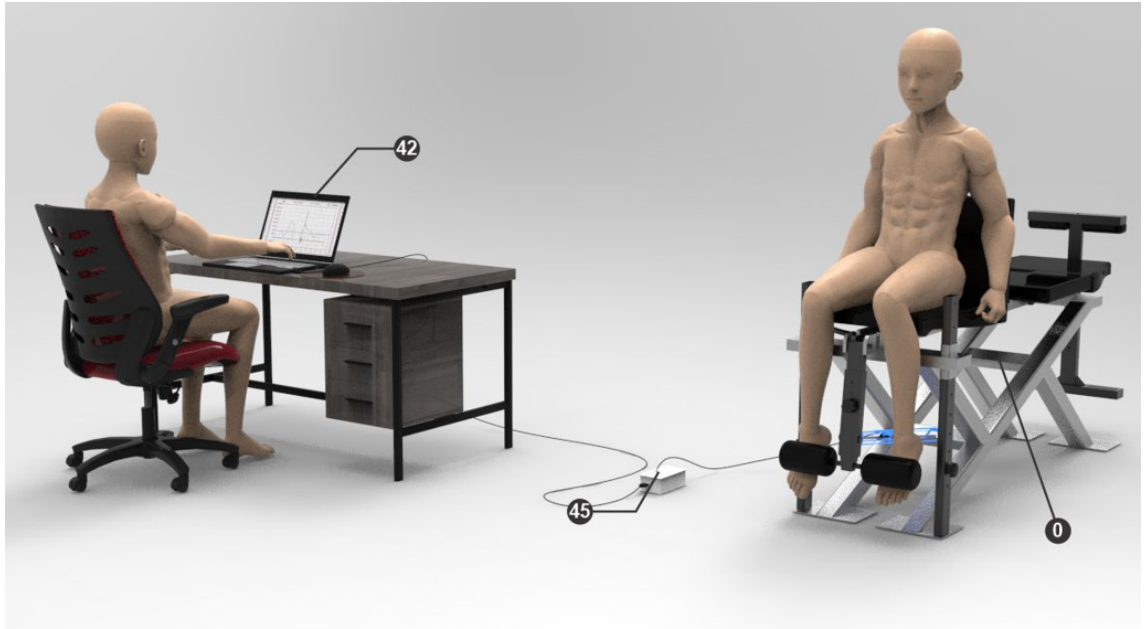
Figura 14. Evaluación de la fuerza isométrica en flexión de rodilla.

Figura 15. Evaluación de la fuerza isométrica de la extensión de cadera.

Figura 16. Evaluación de la fuerza isométrica de la flexión de cadera.

IGURAS

Figura 1.



5

10

15

5

Figura 2.



10

15

5

Figura 3.

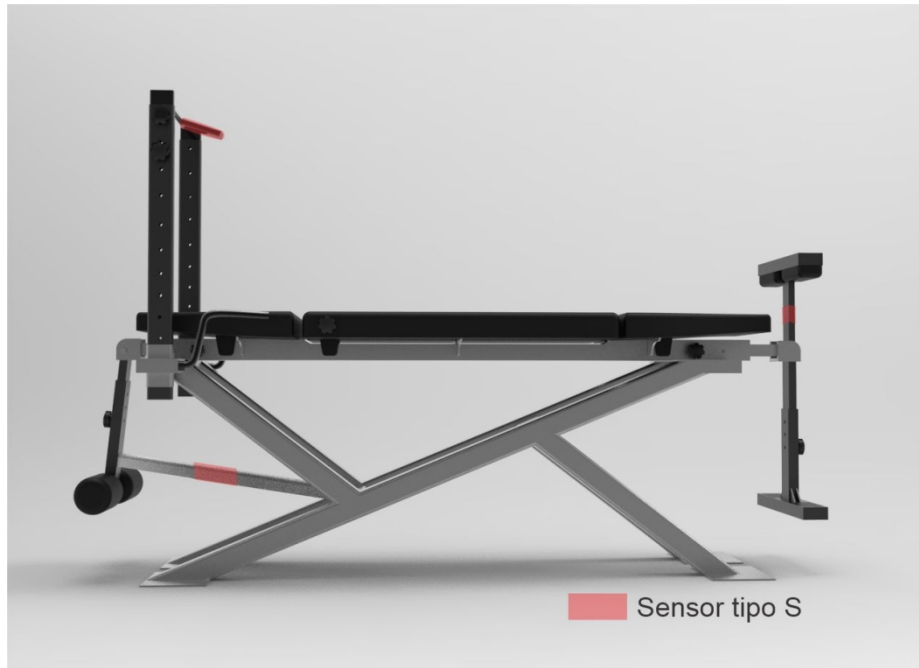
10

15

20

25

5

Figura 4.

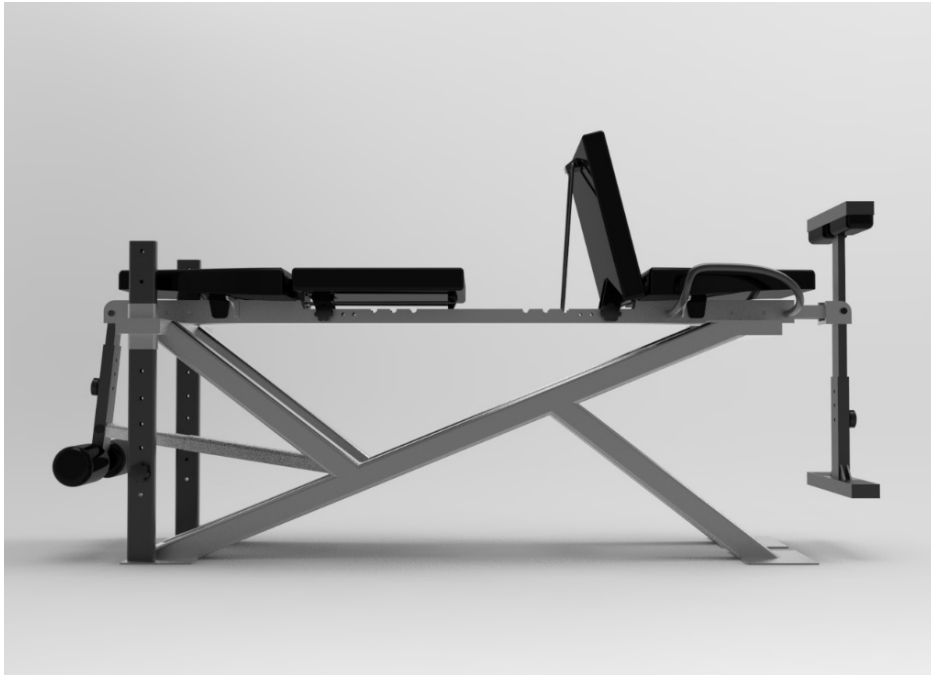
10

15

20

5

Figura 5.



10

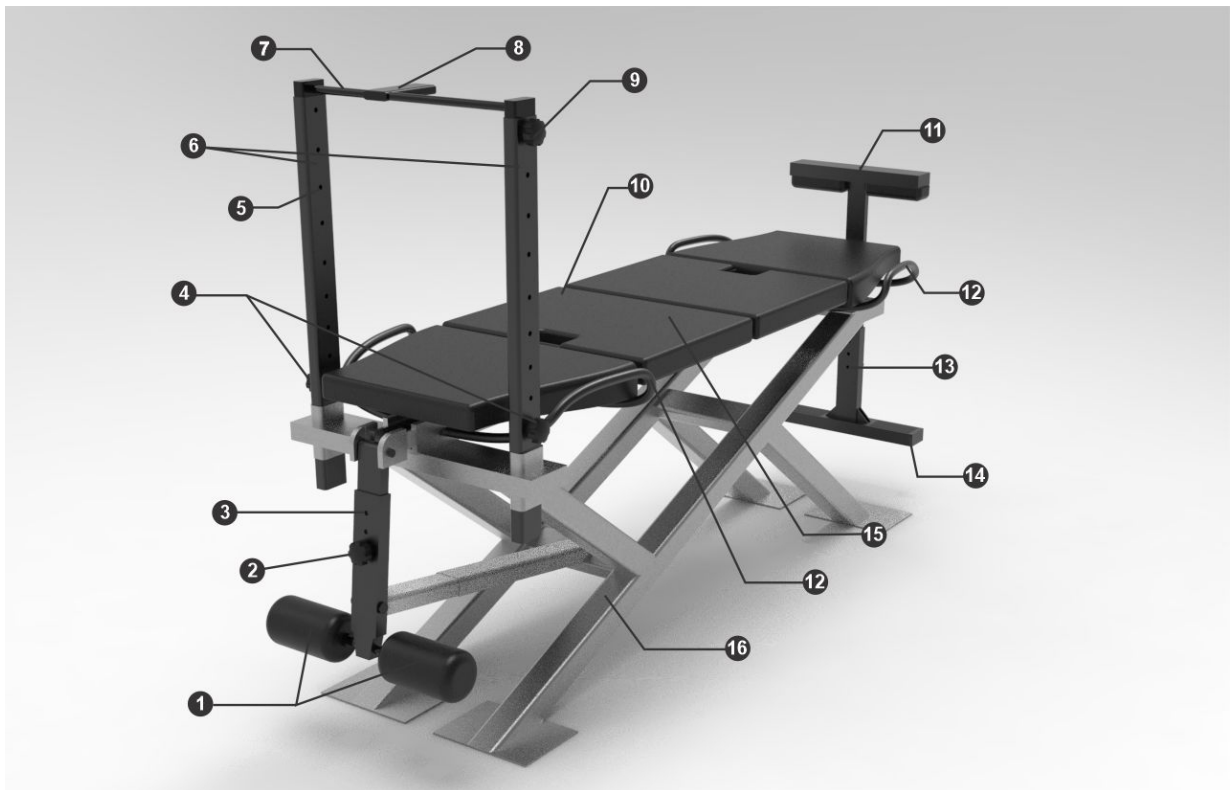
15

20

25

30

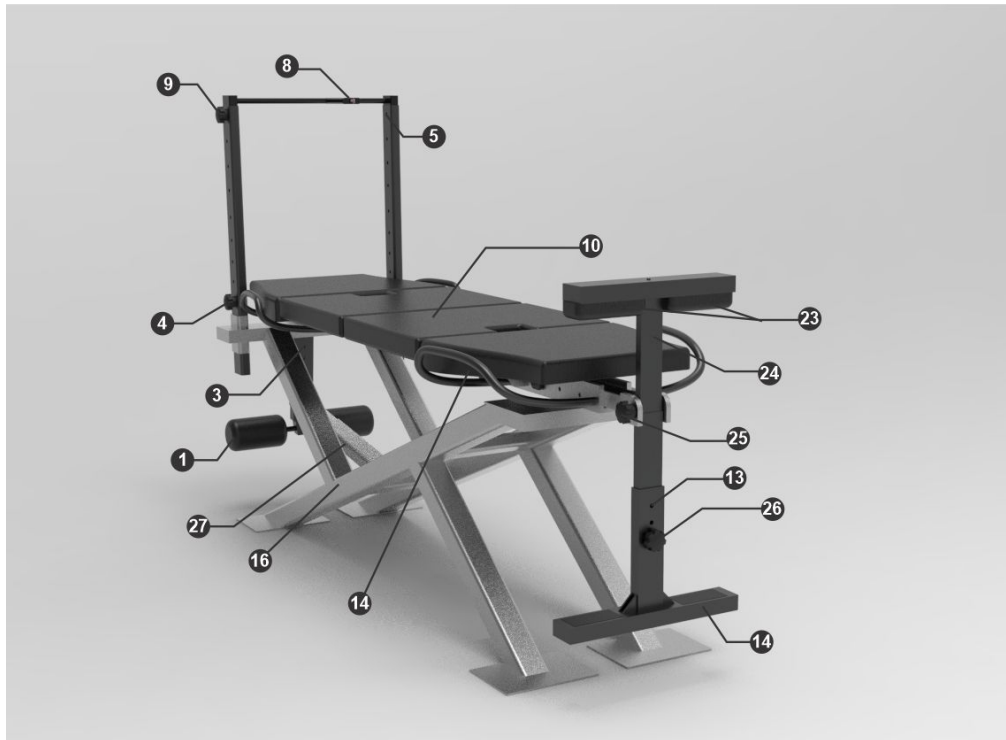
Figura 6.



5

10

Figura 7.

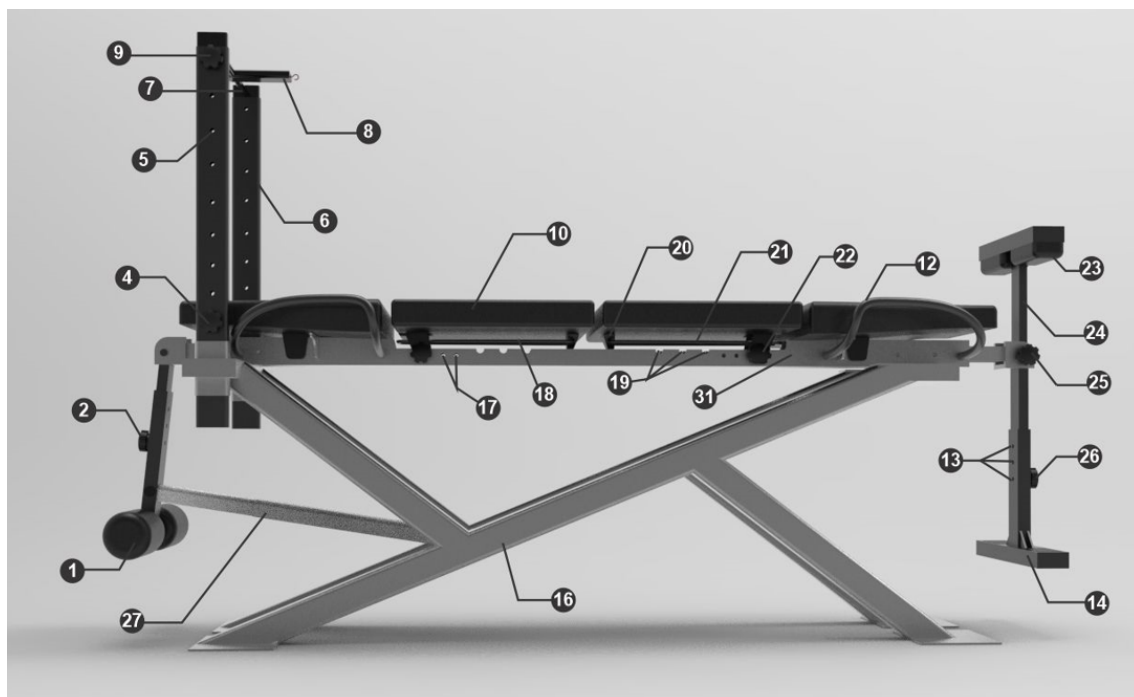


15

20

5

Figura 8.



10

15

20

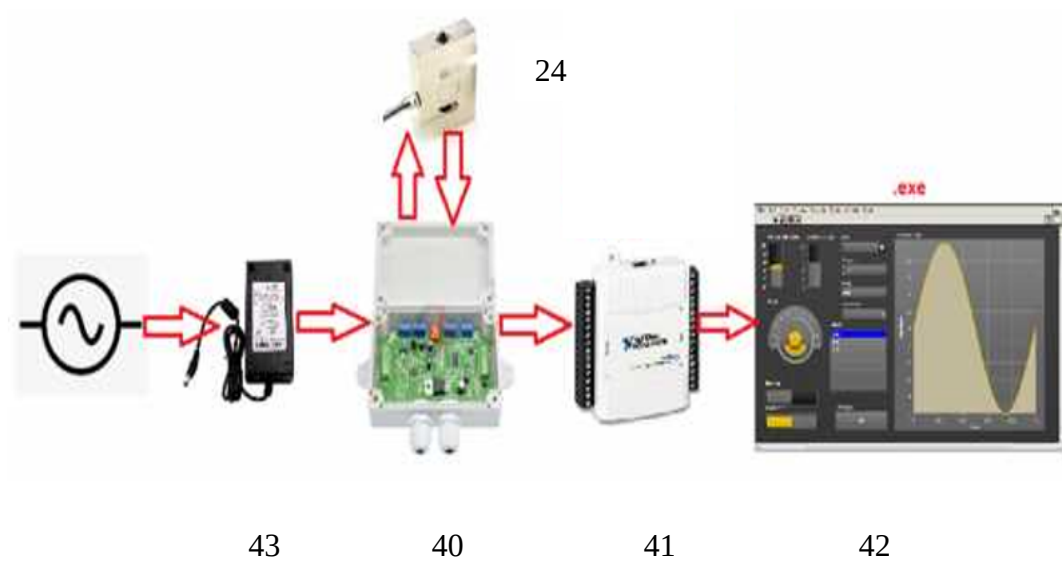
25

5

10

15

Figura 9.



20

25

30

35

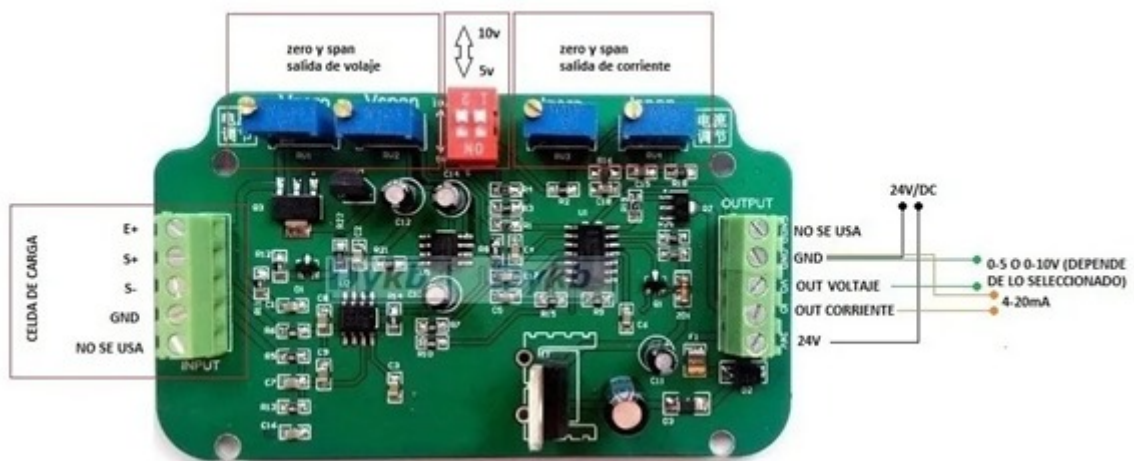
40

5

10

15

Figura 10.



20

5

Figura 11.



10

15

20

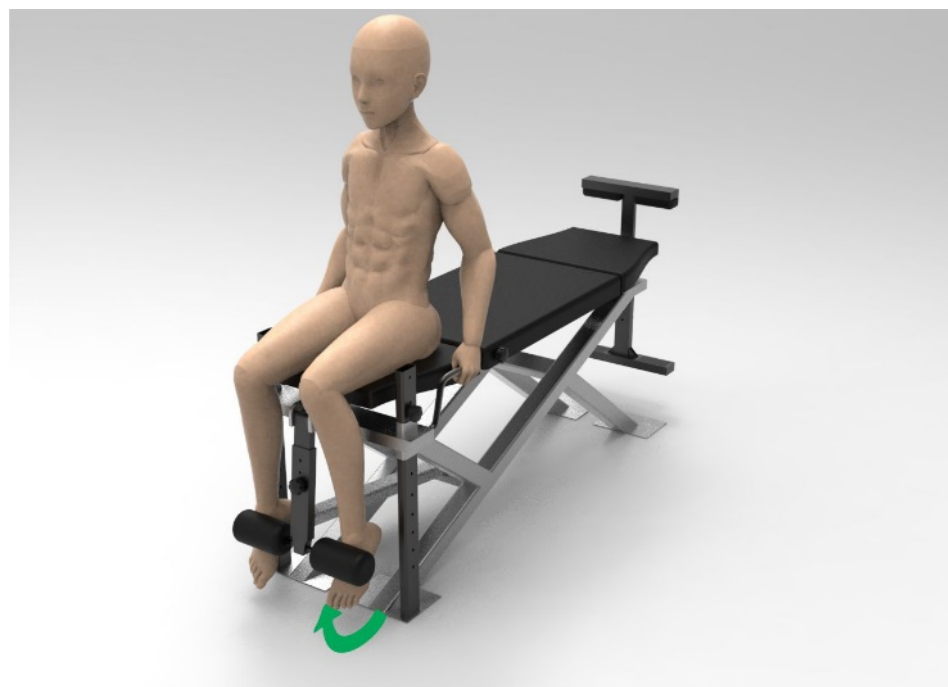
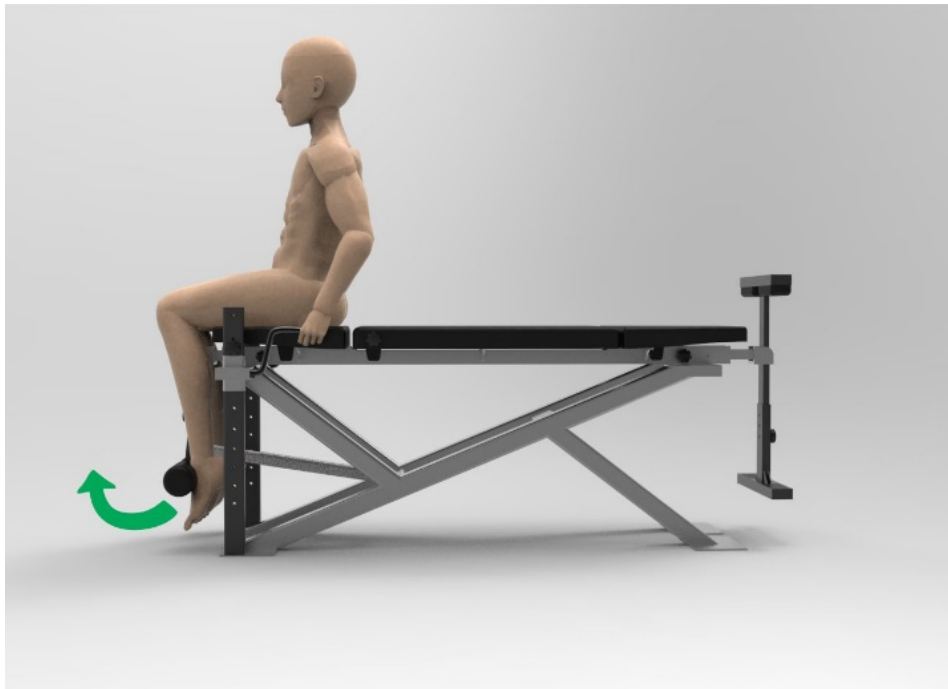
25

30

5

Figura 12.

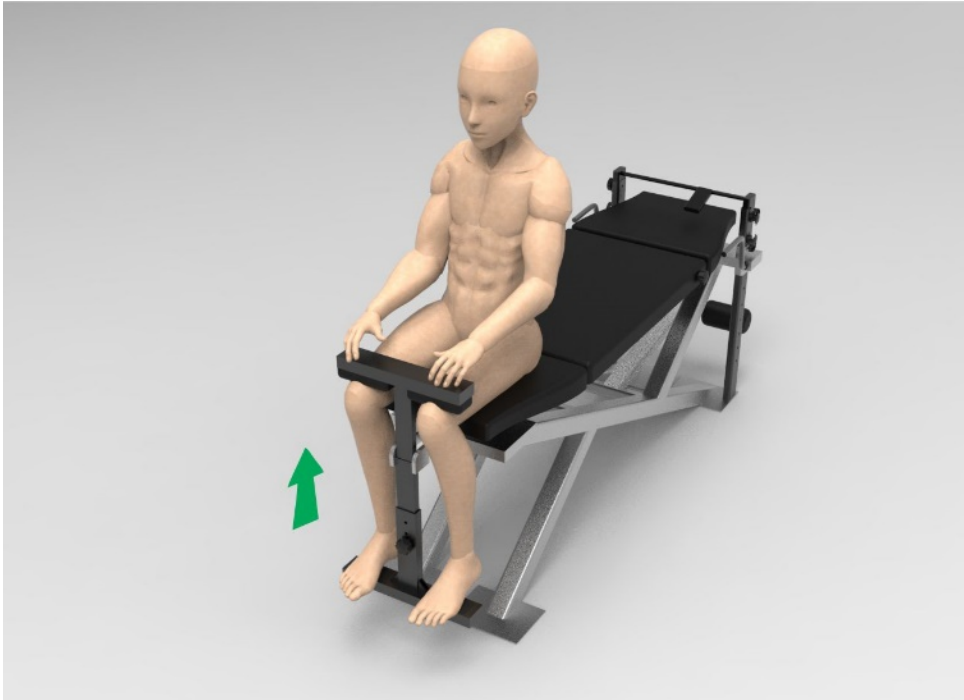
10



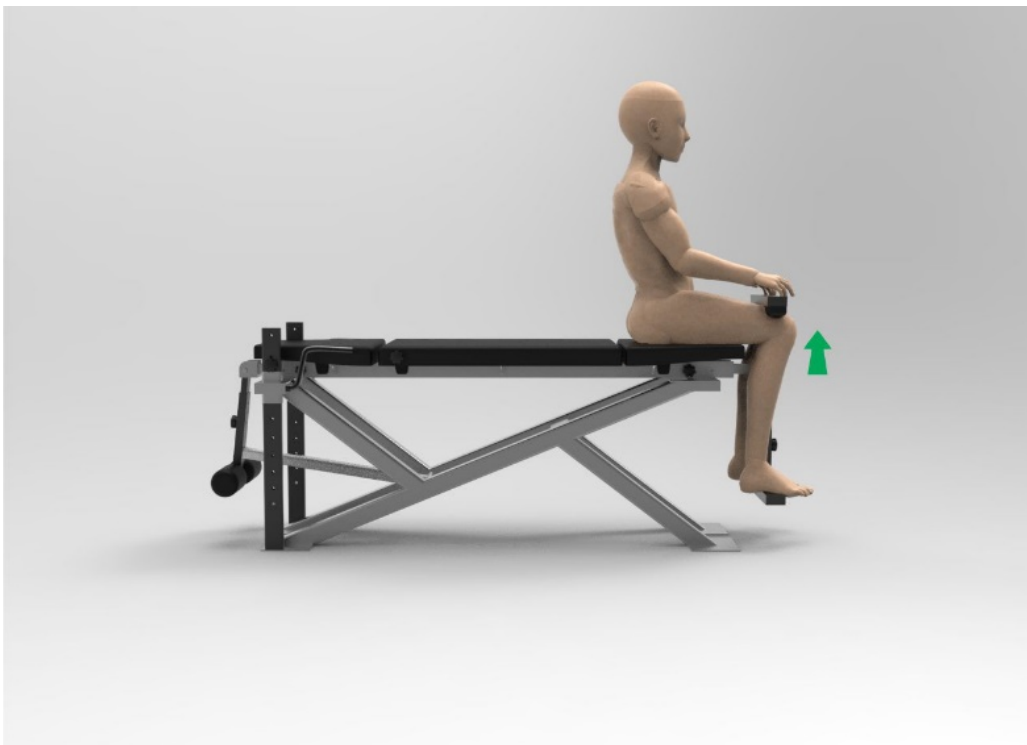
15

5

Figura 13.

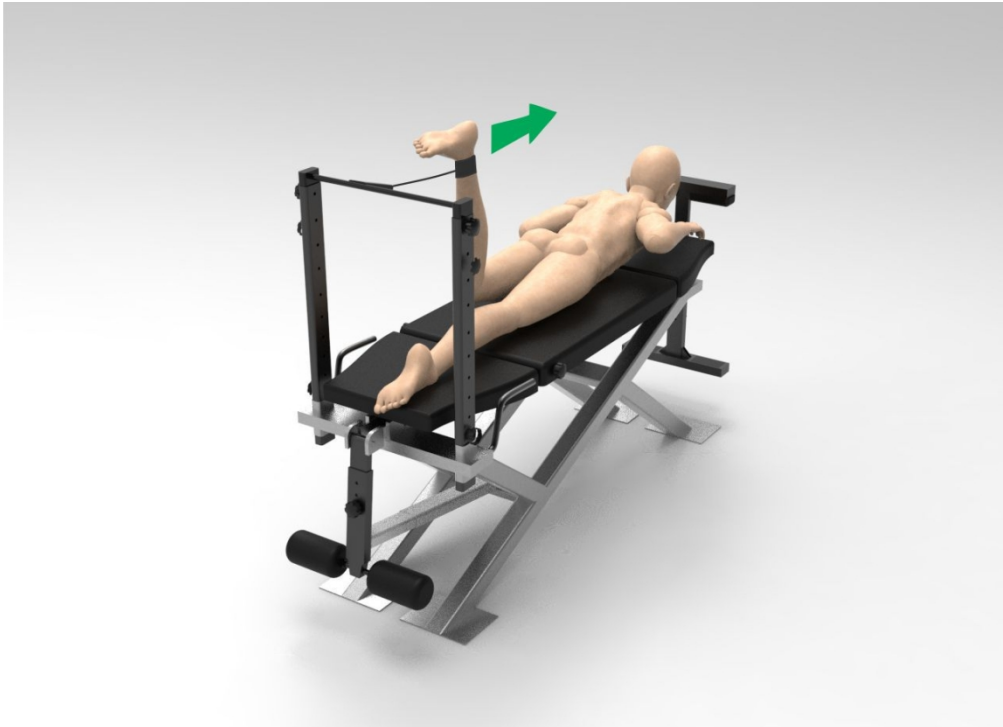


10

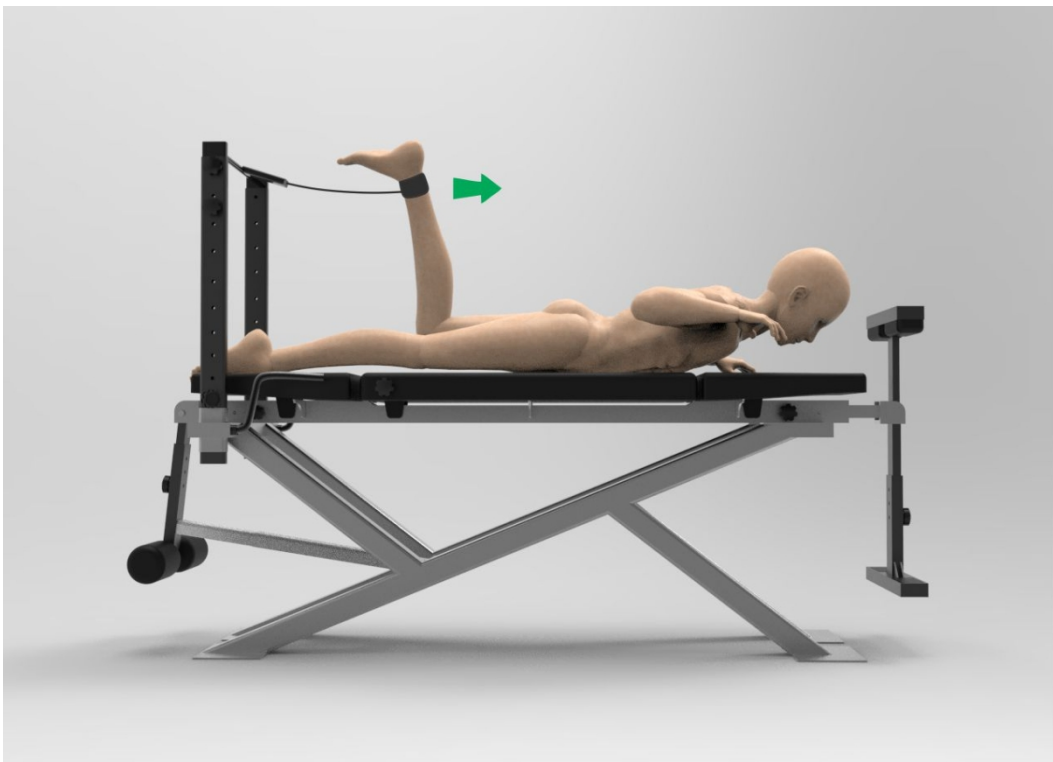


5

Figura 14.

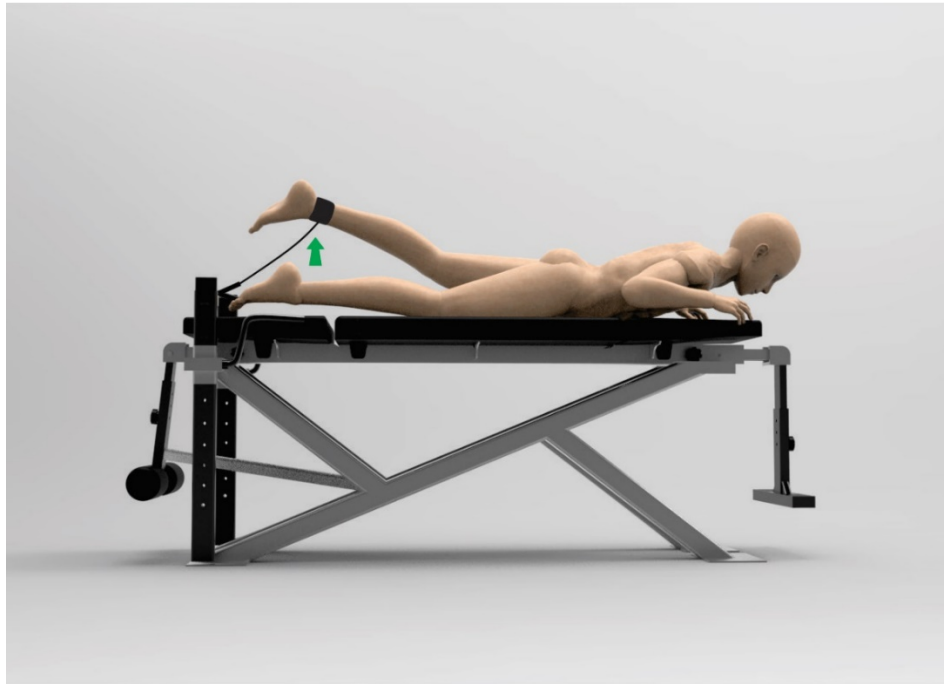


10

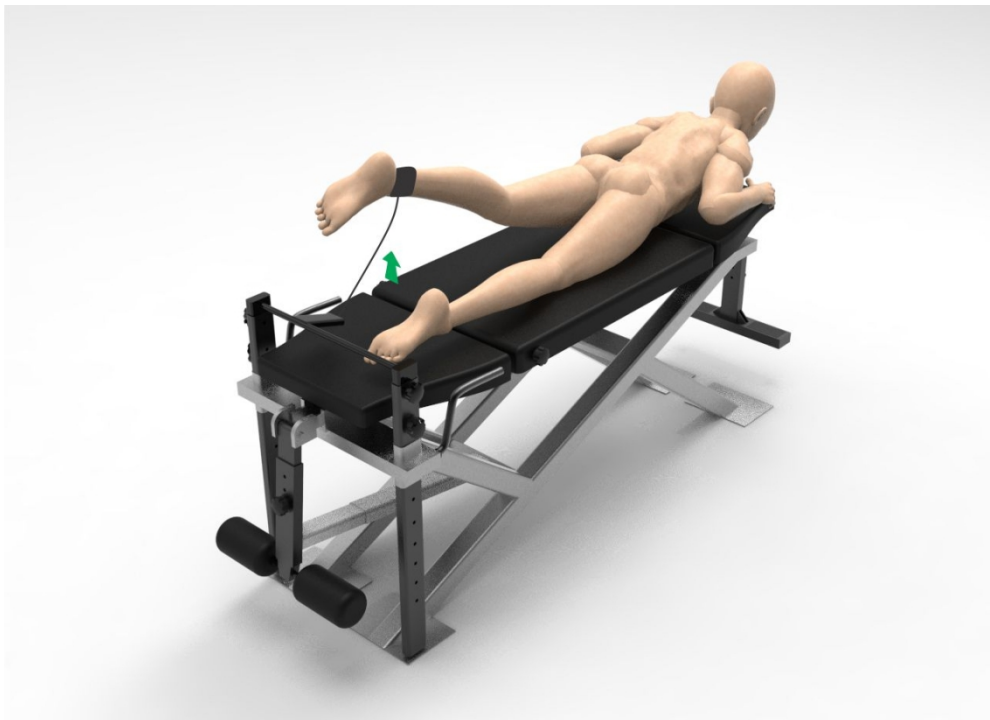


5

Figura 15.



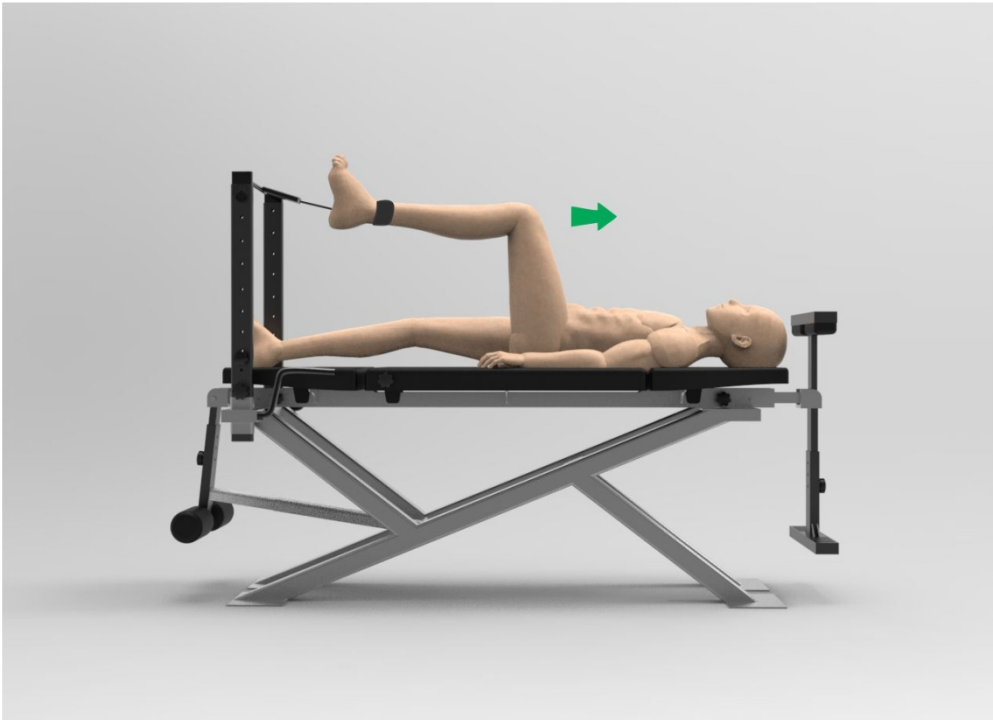
10



15

5

Figura 16.



10

