



Active Gains in brain Using Exercise During Aging

# Protocolos del proyecto AGUEDA

Capítulo 14.1: Pruebas de fuerza. Protocolo isocinético



Promoting Fitness & Health  
through Physical Activity



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

## Capítulo 14.1. Protocolo isocinético

### Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Materiales .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Diagrama de flujo .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Procedimiento de evaluación miembros inferiores .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Preparación del equipo.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. Colocación del participante.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3. Protocolo “A” submáximo (familiarización) .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. Protocolo “A” máximo (datos que se registrarán).....</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Protocolo “B” submáximo (familiarización) .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6. Protocolo “B” máximo (datos que se registrarán) .....</b>	<b>14</b>
<b>3.7. Repetir todo el protocolo en la otra pierna.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Protocolo evaluación miembros superiores .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Colocación del participante.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Protocolo “A” submáximo (familiarización) .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. Protocolo “A” máximo (datos que se registrarán).....</b>	<b>19</b>
<b>4.4. Protocolo “B” submáximo (familiarización) .....</b>	<b>19</b>
<b>4.5. Protocolo “B” máximo (datos que se registrarán) .....</b>	<b>19</b>
<b>4.6. Repetir todo el protocolo en el otro brazo. ....</b>	<b>20</b>
<b>5. Exportación de datos .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Referencias .....</b>	<b>20</b>

## 1. Introducción

El proyecto AGUEDA tiene como objetivo determinar el efecto de un programa de ejercicio basado en resistencia muscular sobre diversos marcadores de la salud cerebral. Para evaluar el efecto que tiene el programa de ejercicio será necesario la utilización de instrumental diverso que esté validado y que haya demostrado ser fiable mediante la contrastación científica de distintas investigaciones. Por lo tanto, se emite el siguiente protocolo para la máquina isocinética 3 del Imuds, tras la revisión de un protocolo ya empleado y distintas implementaciones que han surgido tras el pilotaje del instrumental (Artero, Espada-Fuentes, Argüelles-Cienfuegos, Román, Gómez-López, y Gutiérrez, 2012).

## 2. Materiales

- Máquina isocinética gymnex iso 2 del imuds
- Ordenador suplementario y ratón
- Accesorio suplementario al eje de la máquina
- 2 cinchas de velcro
- 2 elásticos con nudo previo
- 1 elástico normal
- Pen drive (exportación de datos)
- Llave Allen

### 2.1. Diagrama de flujo

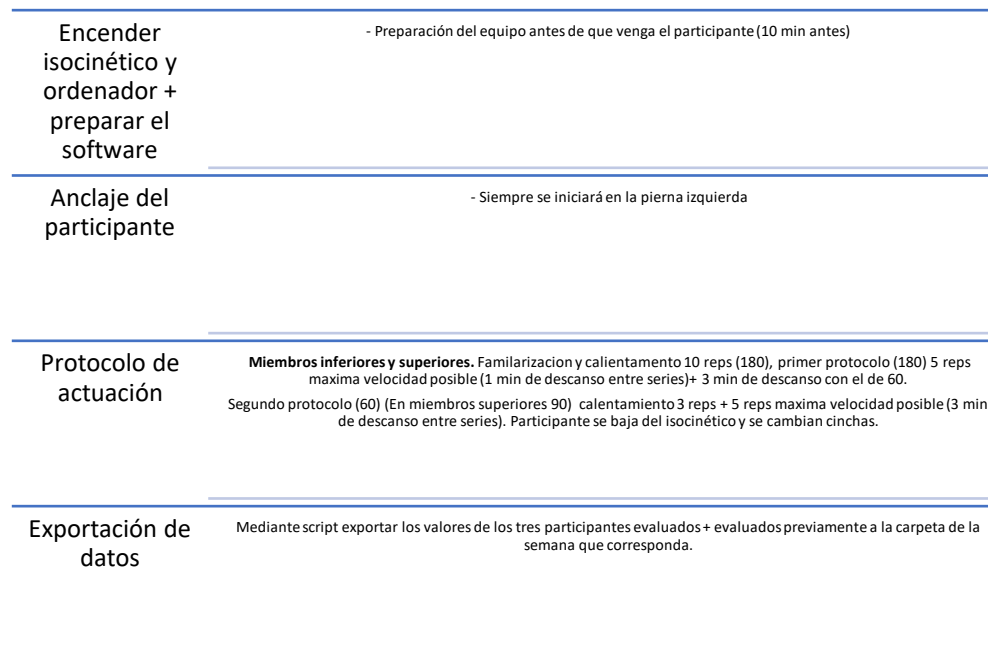


Figura 1. Diagrama de flujo del protocolo general de isocinético.

### 3. Procedimiento de evaluación miembros inferiores

#### 3.1. Preparación del equipo

- Comprobar la correcta conexión del isocinético al ordenador y a la corriente eléctrica.
- Encender el isocinético. Botón de encendido localizado en la parte posterior de la máquina (color verde). (El botón no se ilumina así que con accionarlo es suficiente, tiene que estar en la raya).
- Encender el ordenador. – **Debe abrirse sin tener que pulsar f2**
- Abrir el software “Gymnex.exe” localizado en el escritorio.

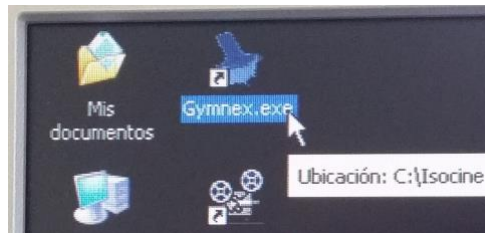
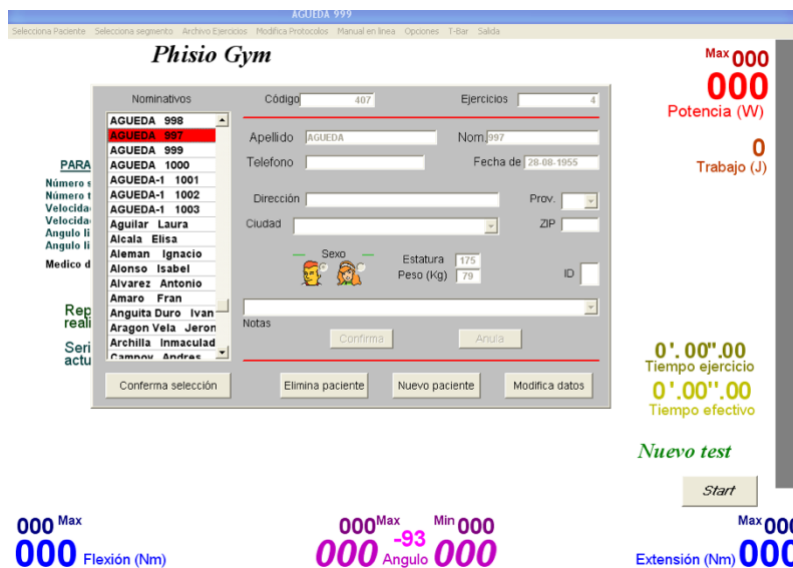


Figura 2. Localización del software en el escritorio.

- Hacer “click” en seleccionar paciente.
- Si es la primera vez que se registra al participante:
  - Completar los datos del paciente. Importante anotar el código del participante para el análisis de los datos. Empezar siempre por pierna izquierda.



**Phisio Gym**

Nominativos: AGUEDA 998, AGUEDA 997, AGUEDA 999, AGUEDA 1000, AGUEDA-1 1001, AGUEDA-1 1002, AGUEDA-1 1003  
 PARA: Número 1, Velocidad, Velocidad, Angulo II, Angulo II, Medico d  
 Rep real, Seri actu

Código: 407, Ejercicios: 4  
 Apellido: AGUEDA, Nom: 997  
 Telefono: , Fecha de: 28-08-1955  
 Dirección: , Prov.:  
 Ciudad: , ZIP:

Sexo: , Estatura: 175, Peso (kg): 79, ID:

Notas: , Confirma, Anula

Confirmar selección, Elimina paciente, Nuevo paciente, Modifica datos

Max 000, 000 Potencia (W)  
 0 Trabajo (J)  
 0'.00".00 Tiempo ejercicio  
 0'.00".00 Tiempo efectivo  
 Nuevo test  
 Start  
 000 Max, 000 Flexión (Nm)  
 000 Max, -93 Min 000 Angulo  
 Max 000, 000 Extensión (Nm)

Figura 3. Pantalla ingreso de datos del paciente.

- Apellido (AGUEDA); Nombre (ID del participante en el post añadir -6); fecha de nacimiento; estatura y peso (consultar datos en la planilla de antropometría).
- Hacer “click” en “confirma selección”.
- Seleccionar segmento/articulación que nos interesa evaluar. Siempre pierna izquierda primero:
  - Rodilla
  - Izquierda
  - Sentado
  - OK

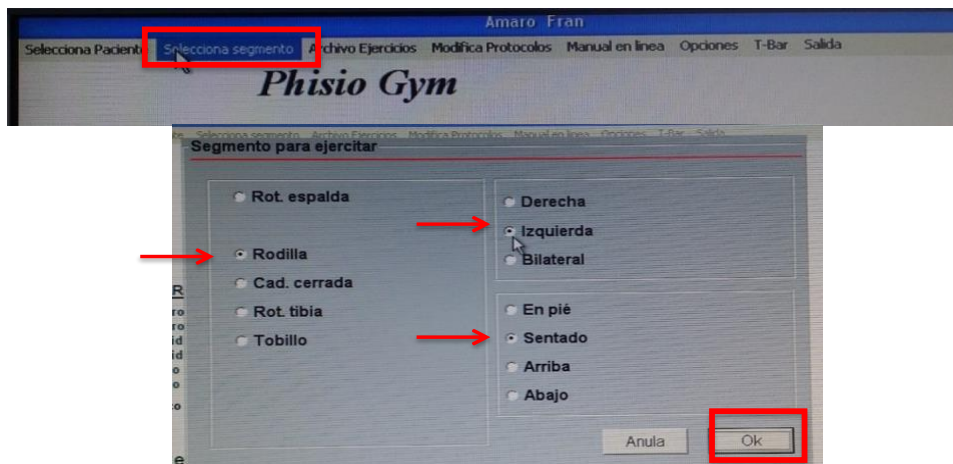


Figura 4. Pantalla selección del segmento a evaluar.

### 3.2.Colocación del participante

- Ajustar asiento de manera que el participante esté lo más cómodamente posible cumpliendo las siguientes premisas:
  - Formar un ángulo aproximado de 90° con respecto a la horizontal. Para regular el ángulo del respaldo, aflojar palanca trasera. (La máquina debe estar completamente separada de la pared)
  - Espalda totalmente pegada al respaldo del asiento. Manos sujetando los agarres situados en ambos extremos.
  - Fijar correctamente cinturones de seguridad, cintura y superiores. (Cinturón de la izquierda con hebilla detrás de asiento. La de cintura debe estar libre).



Figura 5. Disposición del participante en la máquina.

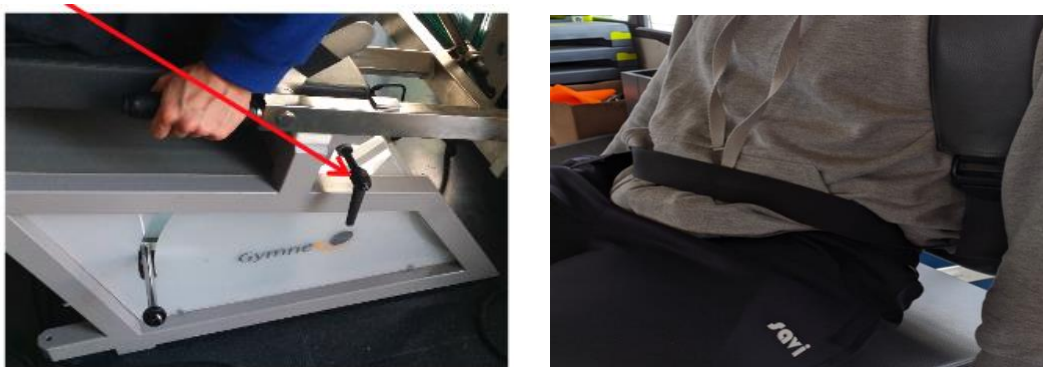


Figura 6. Ajustes de la máquina con el participante colocado.

- Liberar respaldo y ajustar la posición del participante según la siguiente ilustración:



Figura 7. Ajuste del participante en el asiento de la máquina.

- Ajustar el hueco poplíteo, alienando correctamente la rodilla con los puntos rojos del eje de anclaje del isocinético. Finalmente, ambas rodillas quedarían totalmente alineadas. Para ello:



- Acercar o alejar el respaldo hasta conseguir la posición de la figura 8, usar la **palanca 2** (figura 8).
- Para alinear correctamente los puntos rojos del eje, con el cóndilo de la rodilla en el plano vertical, usar la **palanca 1** si es necesario. (Sube y baja el brazo del isocinético).
- Asegurarse de apretar bien cada una de las palancas cada vez que se regulen.

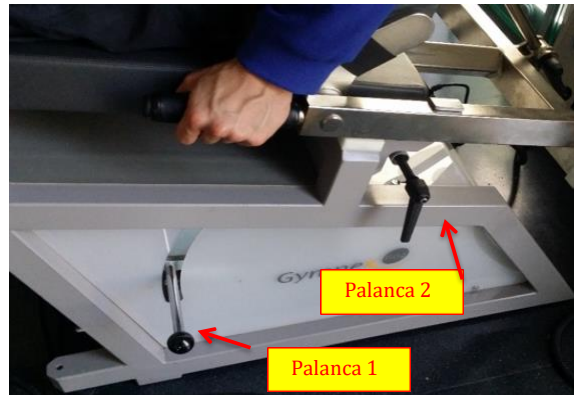


Figura 8. Ajuste de las diferentes palancas del asiento de la máquina.

- Fijar accesorio suplementario al eje de la máquina.
  - Ajustar de manera adecuada al tobillo (maléolo medial) del participante y anotar a que altura se ha situado en la planilla para colocarla siempre en la misma posición. Utilizar la **palometa** para ajustar y fijar el accesorio. Anotar en la planilla el número que queda por encima.
  - Importante que queden alineados los puntos rojos que se encuentran en el anclaje de la máquina.
  - Importante: A la hora de seleccionar en el ordenador el segmento/articulación (derecha/izquierda), empezar siempre por la izquierda y señalar el mismo sobre el que ponemos el accesorio ya que si no tomaremos datos erróneos.



Figura 9. Accesorio suplementario al eje de la máquina.

- Colocar velcros en su sitio:
  - Colocar velcro del accesorio que fija el tobillo de la pierna que va a ser evaluada. (ver figura “10 a1”).
  - Además del velcro, poner 2 **elásticos con nudos** suplementarios alrededor para reforzar el agarre e impedir que se suelte durante la ejecución del ejercicio (ver figura “10 a2”).
  - Colocar velcro en el cuádriceps de la pierna que va a ser evaluada (ver figura “10 b”).
  - Colocar velcro en el tobillo opuesto al que va a ser evaluado + **Elástico sin nudo alrededor del velcro (ej. Nudo boca de lobo)** (Ver figura “10 c”).





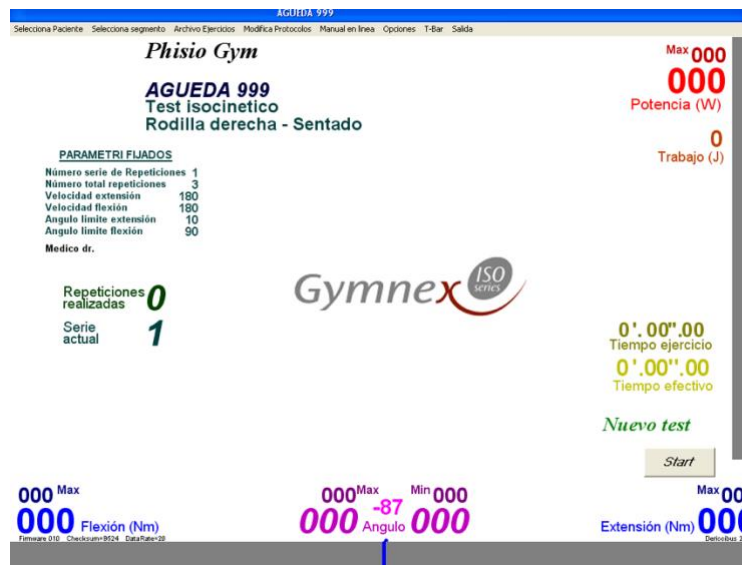
Figura 10. Colocación de los velcros y elásticos.

- Una vez fijadas todas las palancas y colocado correctamente al participante (ver figura 11) podemos proceder a la realización de los protocolos de evaluación.



Figura 11. Participante colocado correctamente.

- Registrar al participante y seleccionar segmento/articulación que vamos a evaluar.
- Empezar siempre por izquierda en la 1ª evaluación.
- Seleccionar “START” en la pantalla inicial.



AGUEDA 999

Phisio Gym

AGUEDA 999  
Test isocinetico  
Rodilla derecha - Sentado

PARAMETROS FIJADOS

Número serie de Repeticiones	1
Número total repeticiones	3
Velocidad extensión	180
Velocidad flexión	180
Angulo limite extensión	10
Angulo limite flexión	90

Medico dr.

Repeticiones realizadas: 0  
Serie actual: 1

Gymnax ISO series

Max 000  
Potencia (W) 000  
Trabajo (J) 0

0'.00".00  
Tiempo ejercicio  
0'.00".00  
Tiempo efectivo

Nuevo test

Start

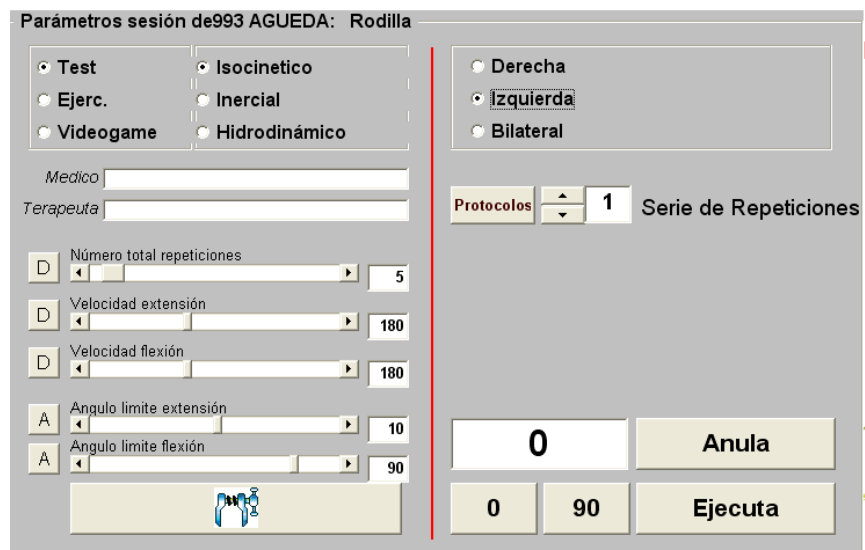
000 Max  
Flexión (Nm) 000

000 Max Min 000  
Angulo -87 000

Max 000  
Extensión (Nm) 000

Figura 12. Comienzo de la prueba.

- Saldrá la siguiente pantalla:



Parámetros sesión de 993 AGUEDA: Rodilla

Test: ☒ Test ☐ Ejerc. ☐ Videogame

Isocinetico: ☒ Isocinetico ☐ Inercial ☐ Hidrodinámico

Medico:

Terapeuta:

Número total repeticiones: 5

Velocidad extensión: 180

Velocidad flexión: 180

Angulo limite extensión: 10

Angulo limite flexión: 90

Derecha: ☐ Derecha ☒ Izquierda ☐ Bilateral

Protocolos: 1 Serie de Repeticiones

0 Anula

0 90 Ejecuta

Figura 13. Ingreso de parámetros para la prueba.

- Comprobar que el segmento/articulación seleccionada son los correctos. Si no es así cambiarlos.
- Establecer el siguiente protocolo de evaluación:
  - El participante no tendrá que ejercer la máxima fuerza en cada una de las repeticiones sino de manera submáxima para familiarizarse con la ejecución y rangos de movimiento del test.

### 3.3. Protocolo “A” submáximo (familiarización)

- Número total de repeticiones: 10
- Velocidad de Extensión: 180
- Velocidad de flexión: 180
- Ángulo límite de extensión: 10
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1
- Posteriormente le daremos al dibujo con una llave, la cual aparece cerrada, para liberar el brazo del isocinético.



Figura 14. Llave para liberar el brazo isocinético.

- En el caso de que se cambie alguno de los parámetros automáticamente, alterando los que hemos introducido nosotros, no hace falta volver a cambiarlos, ya que cuando cerremos la llave más adelante los parámetros se volverán a modificar.
- Extender la rodilla del participante hasta 180° y flexionar hasta encontrar los 170°. Evitar hiperextensión.



Figura 15. Participante con la pierna extendida 180°.

- Manteniendo esa posición, hacer “click” en el cero (0) de la pantalla para fijar el límite máximo de extensión durante la realización del protocolo. En el indicador numérico superior, deberá aparecer cero (0) justo después de hacer “click” sobre el botón.
- El participante mantendrá la rodilla en extensión hasta que se inicie el calibrado. Si el participante mueve la pierna, ese número variará, así que hay que asegurarse de que se mantenga en cero en todo momento antes del pasar al siguiente paso.
- Una vez marcado el cero, hacer “click” nuevamente sobre el dibujo de la llave “abierta” para cerrarla.
  - Normalmente al cerrar la llave, el número de repeticiones por serie puede que se modifique. Estar atentos y poner el nº que corresponda en el caso de que se hayan modificado. Comprobar que el resto de los parámetros son correctos.
- Finalmente hacer “click” en “ejecuta”.

El participante debe mantener la rodilla en extensión en todo momento hasta el momento de la calibración (ver paso siguiente).

- Aparecerá una ventana “Listo para ejecución ejercicio”
  - El participante mantendrá la posición de extensión.
  - Hacemos “click” sobre el botón **“Compensa”**.
  - El participante dejará caer la pierna libremente mediante la acción de la gravedad. En ningún momento aplicará fuerza. El objetivo es valorar el peso de la pierna.
    - En el caso de que lo haga, habrá que repetir el proceso.
- Si el participante realiza la compensación correctamente, sin aplicar ningún tipo de fuerza, hacemos “click” en “SI” a la pregunta “¿la compensación de gravedad es correcta?”.

- De no ser así, haremos “click” en “NO” y repetiremos todo el proceso.



Figura 16. Compensación de la gravedad.

- Tras la compensación nos saldrá la pantalla de realización del protocolo:

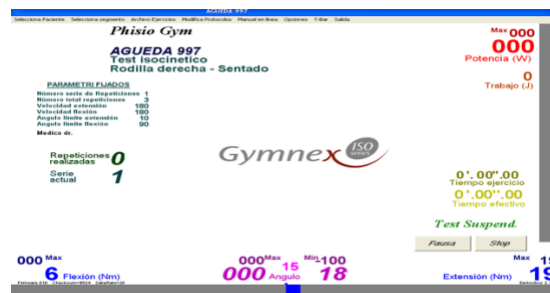


Figura 17. Realización del protocolo

- Antes de comenzar, colocar la pierna del participante en correcta posición de flexión (punto de máxima flexión), es decir empujar hacia atrás al máximo, ya que al realizar la calibración seguramente se haya quedado algo más extendida con respecto a la posición de inicio que debe adoptarse.



Figura 18. Posición de la pierna en la máquina.

- Una vez hecho esto, el participante realizará esta primera serie de 10 repeticiones **submáximas**, tanto en la extensión como en la flexión. La finalidad de esta serie es familiarizarse con la velocidad y recorrido de ejecución (serie submáxima).
- Tras finalizar la última repetición saldrá la siguiente ventana con los gráficos de los resultados:



Figura 19. Pantalla con los gráficos de los resultados.

- Hacer “click” en el botón **“salvar en disco”** después de haber realizado el protocolo (importante haber anotado el código).
- Hacer “click” en el botón **“SALIR”**.
- Esperar un minuto y realizar nuevamente la fase 3, sobre la misma pierna estableciendo los siguientes parámetros:

### 3.4. Protocolo “A” máximo (datos que se registrarán)

- Número total de repeticiones: 5
- Velocidad de Extensión: 180
- Velocidad de flexión: 180
- Ángulo límite de extensión: 10
- Ángulo límite de flexión: 90



- Serie de repeticiones 1

En esta parte del protocolo las repeticiones tienen que realizarse ejerciendo la máxima fuerza posible tanto en la extensión como en la flexión. El evaluador debe enfatizarlo y motivar al participante durante la ejecución de la prueba.

- Esperar 3 minutos y realizar nuevamente la fase 3, sobre la misma pierna estableciendo el protocolo B con los siguientes parámetros:

### **3.5. Protocolo “B” submáximo (familiarización)**

- Número total de repeticiones: 3
- Velocidad de Extensión: 60
- Velocidad de flexión: 60
- Ángulo límite de extensión: 10
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1

- Esperar 3 minutos y realizar nuevamente la fase 3, sobre la misma pierna estableciendo el protocolo B con los siguientes parámetros:

### **3.6. Protocolo “B” máximo (datos que se registrarán)**

- Número total de repeticiones: 5
- Velocidad de Extensión: 60
- Velocidad de flexión: 60
- Ángulo límite de extensión: 10
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1.

En esta parte del protocolo las repeticiones tienen que realizarse ejerciendo la máxima fuerza posible tanto en la extensión como en la flexión. El evaluador debe enfatizarlo y motivar al participante durante la ejecución de la prueba.

### **3.7. Repetir todo el protocolo en la otra pierna.**

Es muy importante cambiar de pierna en la pantalla de inicio cuando se inicie de nuevo la prueba con la otra pierna del participante.

Importante seleccionar segmento/articulación, ya que de no cambiarse los datos se guardarían nuevamente con la misma pierna (indicar pierna derecha).

## **4. Protocolo evaluación miembros superiores**

- Hacer “click” en seleccionar paciente.
- Elegir al participante ya seleccionado anteriormente. Confirmar selección.
- Seleccionar el segmento a evaluar (seleccionar cadena cerrada). Siempre brazo izquierdo primero.
  - Cadena cerrada
  - Izquierda
  - Sentado



- OK

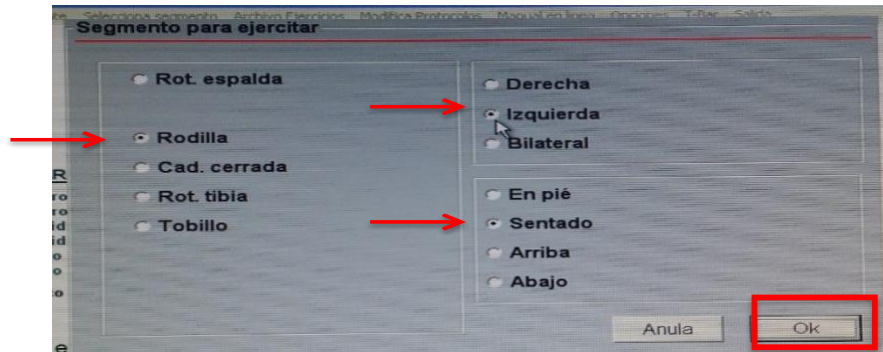


Figura 20. Selección del segmento a evaluar.

#### 4.1.Colocación del participante

- Ajustar asiento de manera que el participante esté lo más cómodamente posible cumpliendo las siguientes premisas:
  - Formar un ángulo aproximado de entre 100 y 110° con respecto a la horizontal.
  - Para regular el ángulo del respaldo, aflojar palanca trasera. (La máquina debe estar completamente separada de la pared).
  - Espalda totalmente pegada al respaldo del asiento. Mano no ejecutora sujetando el agarre situado en el extremo.
  - Fijar correctamente cinturones de seguridad, cintura y superiores (el cinturón de la izquierda con hebilla detrás de asiento. La de cintura debe estar libre).
  - **Ángulo de codo aproximado 130°. Altura del codo = pecho del/a participante.**



Figura 21. Colocación del participante para el protocolo miembro superior.

- Fijar accesorio suplementario al eje de la máquina.
  - Ajustar de manera adecuada el elástico a ambos tobillos del participante.
  - Anotar a qué altura se ha situado el brazo de palanca en la planilla para colocarla siempre en la misma posición.
- Colocar velcros y elásticos en su sitio.



Figura 22. Colocación de velcros y elásticos para protocolo miembro superior. Una vez fijadas todas las palancas y colocado correctamente al participante podemos proceder a la realización de los protocolos de evaluación.



Figura 23. Disposición del participante para el protocolo miembro superior.

- Seleccionar “START” en la pantalla inicial y registrar al participante.
- Comprobar que el segmento/articulación seleccionada son los correctos (si no es así cambiarlos).

Parámetros sesión de 993 AGUEDA: Rodilla

<input checked="" type="radio"/> Test <input type="radio"/> Ejerc. <input type="radio"/> Videogame	<input checked="" type="radio"/> Isocinetico <input type="radio"/> Inercial <input type="radio"/> Hidrodinámico	<input type="radio"/> Derecha <input checked="" type="radio"/> Izquierda <input type="radio"/> Bilateral
--	---	--

Medico   
 Terapeuta

Número total repeticiones:   
 Velocidad extensión:   
 Velocidad flexión:   
 Ángulo límite extensión:   
 Ángulo límite flexión:

Protocolos:  Serie de Repeticiones

Figura 24. Selección de los parámetros protocolo miembro superior.

- Establecer el siguiente protocolo de evaluación:
  - El participante no tendrá que ejercer la máxima fuerza en cada una de las repeticiones sino de manera submáxima para familiarizarse con la ejecución y rangos de movimiento del test.

○

#### 4.2. Protocolo “A” submáximo (familiarización)

- Número total de repeticiones: 10
- Velocidad de Extensión: 180
- Velocidad de flexión: 180
- Ángulo límite de extensión: 1
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1
- Posteriormente le daremos al dibujo con una llave, la cual aparece cerrada, para liberar el brazo del isocinético.



Figura 25. Llave para liberar el brazo isocinético.

- En el caso de que se cambie alguno de los parámetros automáticamente, alterando los que hemos introducido nosotros, no hace falta volver a cambiarlos, ya que cuando cerremos la llave más adelante los parámetros se volverán a modificar.
- Extender el codo del participante hasta 180°.



Figura 26. Participante con el codo extendido 180°.

- Manteniendo esa posición, hacer “click” en el cero (0) de la pantalla para fijar el límite máximo de extensión durante la realización del protocolo. En el indicador numérico superior, deberá aparecer cero (0) justo después de hacer “click” sobre el botón.
- El participante mantendrá el codo en extensión hasta que se inicie el calibrado. Si el participante mueve el brazo, ese número variará, así que hay que asegurarse de que se mantenga en cero en todo momento antes del pasar al siguiente paso.
- Una vez marcado el cero, hacer “click” nuevamente sobre el dibujo de la llave “abierta” para cerrarla.
  - Normalmente al cerrar la llave, el número de repeticiones por serie puede que se modifique. Estar atentos y poner el nº que corresponda en el caso de que se hayan modificado. Comprobar que el resto de parámetros son correctos.
- Finalmente hacer “click” en “ejecuta”.

¡El participante debe mantener el codo en extensión en todo momento hasta el momento de la calibración! ¡ver paso siguiente!

- Aparecerá una ventana “Listo para ejecución ejercicio”
  - El participante mantendrá la posición de extensión.
  - Hacemos “click” sobre el botón “**no compensar**”.
- Tras la compensación nos saldrá la pantalla de realización del protocolo.
- Hacer “click” en el botón “salvar en disco” después de haber realizado el protocolo (importante haber anotado el código). Si no se guarda los datos, se perderán.
- Hacer “click” en el botón “**SALIR**”.
- Esperar un minuto y realizar nuevamente la fase 3, sobre el mismo brazo estableciendo los siguientes parámetros:

#### **4.3. Protocolo “A” máximo (datos que se registrarán)**

- Número total de repeticiones: 5
- Velocidad de Extensión: 180
- Velocidad de flexión: 180
- Ángulo límite de extensión: 1
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1

En esta parte del protocolo las repeticiones tienen que realizarse ejerciendo la máxima fuerza posible tanto en la extensión como en la flexión. El evaluador debe enfatizarlo y motivar al participante durante la ejecución de la prueba.

- Esperar 3 minutos y realizar nuevamente la fase 3, sobre el mismo brazo estableciendo el protocolo B con los siguientes parámetros:

#### **4.4. Protocolo “B” submáximo (familiarización)**

- Número total de repeticiones: 3
- Velocidad de Extensión 90
- Velocidad de flexión: 90
- Ángulo límite de extensión: 1
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1

- Esperar 3 minutos y realizar nuevamente la fase 3, sobre el mismo brazo estableciendo el protocolo B con los siguientes parámetros:

#### **4.5. Protocolo “B” máximo (datos que se registrarán)**

- Número total de repeticiones: 5
- Velocidad de Extensión: 60
- Velocidad de flexión: 60
- Ángulo límite de extensión: 1
- Ángulo límite de flexión: 90
- Serie de repeticiones 1.

En esta parte del protocolo las repeticiones tienen que realizarse ejerciendo la máxima fuerza posible tanto en la extensión como en la flexión. El evaluador debe enfatizarlo y motivar al participante durante la ejecución de la prueba.

#### **4.6. Repetir todo el protocolo en el otro brazo.**

Muy importante cambiar de brazo en la pantalla de inicio cuando se inicie de nuevo la prueba con el otro brazo del participante.

Importante seleccionar segmento/articulación, ya que de no cambiarse los datos se guardarían nuevamente con el mismo brazo (indicar brazo derecho).

### **5. Exportación de datos**

- Abrir acceso directo a IsoArc.
- Abrir el archivo esercizi (doble “click”).
- Exportar los datos (“clickar” en archivo y exportar).
- Guardar en Excel 97-2003.
- Eliminar duplicados y quedarnos con los tres participantes evaluados de esa semana + los evaluados de las semanas anteriores. Por ejemplo, en la semana uno deberíamos tener 3 participantes con 24 filas el archivo de Excel (Tenemos que tener ocho medidas de cada participante). En la semana dos deberíamos añadir los tres nuevos participantes más los tres antiguos (48 filas) y así de manera sucesiva.

### **6. Referencias**

- Artero, E. G., Espada-Fuentes, J. C., Argüelles-Cienfuegos, J., Román, A., Gómez-López, P. J., & Gutiérrez, A. (2012). Effects of whole-body vibration and resistance training on knee extensors muscular performance. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1371-1378.
- Abdalla, P. P., Carvalho, A. D. S., Dos Santos, A. P., Venturini, A. C. R., Alves, T. C., Mota, J., & Machado, D. R. L. (2020). One-repetition submaximal protocol to measure knee extensor muscle strength among older adults with and without sarcopenia: a validation study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12, 1-10.
- Harbo, T., Brincks, J., & Andersen, H. (2012). Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. *European journal of applied physiology*, 112(1), 267-275