



**ESCUELA  
DE ENFERMERÍA  
Y FISIOTERAPIA**



**SAN JUAN DE DIOS**

**Máster Universitario en Biomecánica**

**y**

**Fisioterapia Deportiva**

**Trabajo Fin de Máster**

***Variación de la fuerza máxima isocinética  
e isométrica en la flexión de codo entre  
lado dominante y no dominante en sujetos  
sanos.***

Alumno: Sergio Garrido López

Tutor: M<sup>a</sup> Jesús Martínez Beltrán

**Madrid, noviembre de 2020**

## INDICE

Índice de tablas.....	3
Índice de ilustraciones.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	8
Tabla de abreviaturas.....	10
1. Antecedentes y estado actual del tema.....	11
2. Objetivos del estudio .....	15
3. Hipótesis.....	17
4. Metodología .....	18
4.1 Diseño .....	18
4.2 Sujetos de estudio .....	18
4.3 Variables .....	20
4.4 Procedimiento de recogida de datos .....	22
4.5 Cronograma .....	25
4.6 Hipótesis operativas .....	26
4.7 Recogida y análisis de datos .....	29
4.8 Consideraciones éticas .....	31
5. Resultados .....	32
6. Discusión .....	58
7. Limitaciones del estudio.....	60
8. Conclusiones.....	61
9. Referencias.....	62
10. Anexos .....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de abreviaturas. Elaboración propia. ....	10
Tabla 2: Tabla de variables (elaboración propia). ....	21
Tabla 3: Cronograma. Elaboración propia. ....	25
Tabla 4: Estadísticos descriptivos dominancia. SPSS. ....	32
Tabla 5: Descriptivos actividad física. SPSS. ....	33
Tabla 6: Descriptivos género. SPSS. ....	33
Tabla 7: Dstadístico isocinético a 30º/seg. SPSS. ....	34
Tabla 8: Descriptivos isocinético 30º/seg según actividad física. SPSS. ....	36
Tabla 9: Descriptivos isocinético 30º/seg según género. SPSS. ....	37
Tabla 10: Estadísticos isocinético 90º/seg. SPSS. ....	38
Tabla 11: Descriptivos isocinético 90º/seg según actividad física. SPSS. ....	40
Tabla 12: Descriptivos isocinético 90º/seg según género. SPSS. ....	41
Tabla 13: Estadísticos isocinético 120º/seg. SPSS. ....	42
Tabla 14: Descriptivos isocinético 120º/seg según actividad física. SPSS. ....	44
Tabla 15: Descriptivos isocinético 120º/seg según género. SPSS. ....	46
Tabla 16: Estadísticos descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo. SPSS. ....	47
Tabla 17: Descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo según actividad física. SPSS. .....	48
Tabla 18: Descriptivos isométrico 90 grados de flexión de codo según género. SPSS.	50
Tabla 19: Pruebas de normalidad. SPSS. ....	51
Tabla 20: Prueba paramétrica T-Student. SPSS. ....	52
Tabla 21: Prueba no paramétrica de Wilcoxon. SPSS. ....	52
Tabla 22: Prueba de normalidad. SPSS. ....	53
Tabla 23: ANOVA de un factor. SPSS. ....	54
Tabla 24: Prueba de Kruskal Wallis. SPSS. ....	54
Tabla 25: Prueba normalidad. SPSS. ....	55
Tabla 26: Prueba T-Student para muestras independientes. SPSS. ....	56

Tabla 27: Prueba de U de Mann Whitney. SPSS..... 57

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: BTE Primus RS. Elaboración propia. ....	22
Ilustración 2: Herramienta 701. Elaboración propia. ....	23
Ilustración 3: Medición de sujeto. Elaboración propia. ....	24
Ilustración 4: Descriptivo dominancia. SPSS. ....	32
Ilustración 5: Descriptivos actividad física. SPSS. ....	33
Ilustración 6: Descriptivos género. SPSS. ....	34
Ilustración 7: Estadístico isocinético a 30º/seg. SPSS. ....	35
Ilustración 8: Descriptivos isocinético 30º/seg según actividad física. SPSS. ....	36
Ilustración 9: Descriptivos isocinético 30º/seg según género. SPSS. ....	38
Ilustración 10: Estadístico isocinético 90º/seg. SPSS. ....	39
Ilustración 11: Descriptivos isocinético 90º/seg según actividad física. SPSS. ....	40
Ilustración 12: Descriptivos isocinético 90º/seg según género. SPSS. ....	42
Ilustración 13: Estadísticos isocinético 120º/seg. SPSS. ....	43
Ilustración 14: Estadísticos descriptivos isocinético a 120º/seg según actividad física. SPSS. ....	45
Ilustración 15: Descriptivos isocinéticos 120º/seg según género. SPSS. ....	46
Ilustración 16: Estadísticos descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo. SPSS. ...	47
Ilustración 17: Descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo según actividad física. SPSS. ....	49
Ilustración 18: Descriptivos isométrico 90 grados de flexión de codo según género. SPSS. ....	50

## **RESUMEN**

### Antecedentes:

En el cuerpo humano se encuentran diferencias entre el hemicuerpo izquierdo y derecho que se denominan asimetrías anatómicas y son debidas la mayor facilidad de un hemisferio cerebral de mover su hemicuerpo respecto al otro hemisferio. Esta dominancia entre hemicuerpos varía entre el global de la población y también afecta a la visión y audición, cuya distribución de la lateralidad entre la población es de un 90% de diestros.

Se debe mantener el mayor equilibrio entre lado dominante y no dominante ya que es algo fundamental de cara a prolongar la práctica deportiva durante mas años, ya que mayores asimetrías entre lados pueden favorecer la aparición de lesiones y aquellos deportes unilaterales generan mayores asimetrías que los deportes bilaterales. Durante un proceso rehabilitador se tiene en cuenta la fuerza, rango de movimiento, resistencia y potencia que se puede aplicar con el lado no afecto como medida de referencia y evaluación del progreso de la recuperación, así como forma de evaluar en el ámbito deportivo el grado de riesgo de lesión. Por lo tanto, diferencias entre miembros superiores a un 10-15% siempre se ha considerado una asimetría amplia la cual predispone a un mayor riesgo de lesión.

### Objetivos:

Valorar cambios dinamométricos en la flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.

### Diseño:

El diseño del estudio es cuantitativo. Se trata de un estudio piloto de tipo observacional transversal.

### Metodología:

Se realiza un protocolo de ejercicios mediante dinamometría en el lado dominante y no dominante para determinar si hay diferencias estadísticamente en la fuerza máxima entre ambos lados y en función de la actividad física y el género de los sujetos.

### Resultados:

En esta muestra el 25% de los sujetos son mujeres y el 75% hombres, el 100% de la muestra tiene una dominancia diestra; el 16'7% de los sujetos realizan una actividad física baja, el 33'3% moderada y el 50% una actividad física alta. Al realizar el contraste de hipótesis se hallan diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de fuerza máxima en el isocinético a 30 grados/seg (0'006) y 120 grados/seg (0'005) y en el isométrico a 90 grados de flexión de codo (0'031). No se hallan diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de fuerza según cantidad de actividad física y género. Se halla un 11'7% de diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante en el isocinético a 30 grados/seg, un 4'63% en el isocinético a 90 grados/seg, un 9'72% en el isocinético a 120 grados/seg y un 5'57% en el isométrico a 90 grados de flexión de codo.

### Conclusiones:

Existen diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante en el isocinético a 30 y 120 grados/seg y en el isométrico a 90 grados de flexión de codo. Pero no hay diferencias significativas según la cantidad de actividad física ni género, aunque se observa una cierta tendencia de haber menor diferencia entre lados a mayores niveles de actividad física.

### Palabras clave:

Actividad física, codo, dinamometría, fuerza máxima, lateralidad.

## **ABSTRACT**

### Background:

In the human body there are differences between the left and right hemibody that are called anatomical asymmetry and are due to the greater ease of one brain hemisphere moving its hemibody's from the other hemisphere. This dominance among hemiquerpos varies between the total population and also affects vision and hearing, whose laterality distribution among the population is 90% right-handed.

The greatest balance must be maintained between dominant and non-dominant side as it is essential in order to prolong sports practice for more years, since greater asymmetry between sides can favor the appearance of injuries and those unilateral sports generate greater asymmetry than bilateral sports. During a rehabilitative process, the strength, range of motion, resistance and power that can be applied with the non-affected side is taken into account as a reference measure and assessment of recovery progress, as well as how to assess in the sports field the degree of risk of injury. Therefore, differences between members greater than 10-15% have always been considered a broad asymmetry which predisposes to an increased risk of injury.

### Objectives:

Assess dynamometric changes in elbow flexion according to dominance in healthy subjects.

### Desing:

The design of the study is quantitative. This is a pilot study of a cross-sectional observational type.

### Methodology:

An exercise protocol is performed by dynamometry on the dominant and non-dominant side to determine whether there are statistical differences in maximum force between both sides and depending on the physical activity and gender of the subjects.

### Results:

25% of subjects are female and 75% male, 100% of the sample has right-handed dominance; 16.7% of subjects perform low physical activity, 33.3% moderate and 50% high physical activity. Statistically significant differences in the maximum strength difference in isokinetics at 30 degrees/sec (0'006) and 120 degrees/sec (0'005) and isometric at 90 degrees of elbow bending (0'031) are found when performing the hypothesis. There are no statistically significant differences in strength difference based on amount of physical activity and gender. There is a 11.7% difference in strength between the dominant and non-dominant side in isokinetics at 30 degrees/sec, 4.63% in isokinetics at 90 degrees/sec, 9.72% in isokinetics at 120 degrees/sec, and 5.57% in isometric at 90 degrees elbow flexion.

### Conclusions:

There are statistically significant differences in the strength difference between dominant and non-dominant side in isokinetics at 30 and 120 degrees/sec and in isometric at 90 degrees elbow flexion. But there are no significant differences depending on the amount of physical activity or gender, although there is a certain tendency to have less difference between sides at higher levels of physical activity.

### Key words:

Dinamometry, elbow, laterality, máximo strength, physical activity

## TABLA DE ABREVIATURAS

<b>Concepto</b>	<b>Abreviatura</b>
Grados por segundo	°/seg; grados/seg; grados/segundo; °/s
Newton	N

*Tabla 1: Tabla de abreviaturas. Elaboración propia.*

## 1. Antecedentes y estado actual del tema

El cuerpo humano a pesar de parecer perfectamente simétrico entre ambos lados del cuerpo se encuentran diferencias entre el hemicuerpo izquierdo y derecho que se denominan asimetrías anatómicas. Esto sucede debido a que un hemisferio cerebral tiene una mayor facilidad para mover más apropiadamente su hemicuerpo respecto al otro hemisferio cerebral con su respectivo hemicuerpo. Esta diferencia de la capacidad para mover más eficientemente un hemicuerpo respecto al otro se denomina dominancia lateral, dominancia motora o preferencia motora (1,2). Esta dominancia entre hemicuerpos varía entre el global de la población y también afecta a la visión y audición, no solo ocurre en lo referente al control motor (3). En deporte la dominancia también se puede definir como la preferencia por usar un miembro o mantener una determinada postura en una situación espacial específica (4), como por ejemplo puede ser la posición de guardia en deportes de contacto, el golpeo de balón en fútbol o la mano con la que se sostiene la raqueta en tenis.

Si nos fijamos en la distribución de la lateralidad entre la población encontramos que un 90% de la población es diestra, frente al 10% de la población que tiene preferencia por usar su lado izquierdo al realizar una actividad unilateral (2). También se encuentra un pequeño grupo de la población que se considera ambidiestra, pero es lo menos habitual (aproximadamente un 0'5%) (3). Por ello, la lateralidad conlleva a un mayor uso y por ende estrés de la musculatura del lado dominante, con sus correspondientes lesiones en el lado dominante.

Para determinar la lateralidad de una persona se pueden utilizar distintos métodos, por ejemplo para determinar la dominancia de miembro superior se puede utilizar el test de comparación de escritura (comparar tiempo y calidad que se tarda en escribir un texto con cada mano) y para el miembro inferior se puede emplear el test de golpeo de balón (2,4). Otra forma de determinar la dominancia en el miembro superior consiste en realizarle al sujeto una de las siguientes preguntas: “¿qué mano utilizas para escribir y comer?”, “¿eres zurdo o diestro?” y con su respuesta se determina su dominancia (5-7).

Según el tipo de deporte la importancia de mantener el mayor equilibrio entre lado dominante y no dominante se convierte en algo fundamental de cara a prolongar la práctica deportiva durante mas años. Por ello la importancia de equilibrar ambos hemicuerpos con el fin de prevenir lesiones, como mencionan Tasiopulos et al. (8) y Marcondes et al. (9).

Durante la práctica deportiva se considera la fatiga como un condicionante de cara a una lesión, no se suele tener en cuenta ni la causa exacta ni el tipo de esa fatiga. Ya que si analizamos los movimientos de un deporte los podríamos englobar en un conjunto de contracciones isométricas y concéntrico-excéntricas que variaran según el deporte que se practique (10).

Debemos tener en cuenta que en aquellos deportes que son unilaterales, como deportes de raqueta, habrá diferencias antropométricas en las proporciones de antebrazo y brazo de ambos miembros superiores y se asocia a una mayor incidencia de las lesiones, como menciona Rogowski et al. (11), pero dicho autor no valora si hay diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante y su relación con la frecuencia de lesiones. Respecto a los cambios antropométricos en tenis Benoit Gillet et al. (12) determinan en jugadores de tenis entre 7 y 13 años que los cambios antropométricos que se producen en el lado dominante en aquellos jugadores de tenis son mayores que los producidos por su edad correspondiente.

Otro aspecto a tener en cuenta en la aparición de lesiones en el lado dominante en deportes unilaterales y la fuerza de rotación del tronco, ya que grandes asimetrías en la fuerza generada en ambas rotaciones de tronco pueden favorecer la aparición de lesiones (13). Cabe destacar como claro ejemplo deporte unilateral la esgrima, donde Tony Lin-Wei Chen et al. (14) realiza una revisión de alcance sobre las características biomecánicas de este deporte y las características antropométricas de sus practicantes y concluye que los esgrimistas tienen una mayor diferencia de fuerza de agarre y fuerza en la pierna del lado dominante frente al no dominante. Además de recalcar el riesgo de lesión por asimetrías en los deportistas.

Durante un proceso rehabilitador se tiene en cuenta la fuerza, rango de movimiento, resistencia y potencia que se puede aplicar con el lado no afecto como medida de referencia y evaluación del progreso de la recuperación, así como forma de evaluar en el ámbito deportivo el grado de riesgo de lesión que tiene un deportista; no solo por la asimetría entre hemicuerpos sino también entre musculatura agonista y antagonista (1,8,14-19).

Por lo tanto diferencias entre miembros superiores a un 10-15% siempre se ha considerado una asimetría amplia la cual predispone a un mayor riesgo de lesión (15,16,20-23). Pero la evidencia en la que se basa, además de ser evidencia bastante antigua, se aplica al global de la población y es un valor que se da por hecho que sigue manteniéndose y no se ha actualizado. Ya que como menciona Lanshammar et al. (15), independientemente del tipo de deporte que practique el paciente si se toma como referencia el lado contralateral durante su rehabilitación es un objetivo subóptimo. Además, en este consenso de un 10-15% de diferencia entre miembros no se tiene en cuenta la cantidad y tipo de actividad deportiva, lo cual en función de ésta esa asimetría podría ser diferente y se debería tener en cuenta de cara a tener un valor de referencia durante un proceso rehabilitador.

Para valorar la cantidad e intensidad de actividad física realizada se pueden emplear distintas encuestas en las que los sujetos son preguntados acerca del tipo y cantidad de actividad física que han realizado en los últimos días y así poder categorizarlos según los resultados de la encuesta; una de las más utilizadas es la encuesta IPAQ en su versión corta la cual está consolidada como una herramienta fiable para la medición de la actividad física (24-26). El formulario consta de 7 preguntas relacionadas con la frecuencia y duración durante los últimos 7 días de actividad física vigorosa y moderada, si el sujeto anda de forma regular y cuánto tiempo pasa sentado. Según las respuestas de cada sujeto a la encuesta se categoriza la cantidad de actividad realizada en baja, moderada y alta en función de la unidad de consumo metabólico MET en relación a los minutos de actividad a la semana. El valor de la unidad MET es un valor medio en función de cada una de las actividades preguntadas en la encuesta (caminar, actividades físicas moderadas y actividades físicas vigorosas).

El codo es una articulación que sirve como enlace entre el hombro y la mano y que permite situar a ésta última en el espacio. Por lo tanto, restricciones de movimiento o problemas de asimetrías antropométricas pueden suponer un factor de riesgo para que la articulación del codo se lesione (27).

Para poder evaluar de una forma correcta el desarrollo de la fuerza se emplean distintas herramientas de medición, lo más utilizado son los dinamómetros ya que permiten la medición de la fuerza de forma objetiva y fiable movimientos isocinéticos, isométricos e isotónicos en las distintas articulaciones como el hombro, rodilla o el codo (1,7-9,15,17,18,20,21,23,25,28-32). Uno de los dinamómetros utilizados es el BTE Primus RS (28,31), el cual diversos estudios han empleado para valorar distintas articulaciones, en el caso del codo se ha medido con distintas velocidades isocinéticas: 30, 90 y 120 grados/segundo (30,31) siendo éstas una velocidad baja, media y alta respectivamente; y también se ha medido la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo (32).

En cuanto a los protocolos de medición de esta herramienta, se han empleado distintos métodos de posicionamiento y no hay un consenso claro sobre la posición ideal para realizar las mediciones debido a que no se encuentran diferencias en los resultados entre los distintos posicionamientos para los sujetos. Se ha encontrado que se puede posicionar a los sujetos sentados, de pie o en decúbito supino y cincharlos para evitar compensaciones o no cinchar a los sujetos permitiendo que si compensen con el cuerpo (5,10,19,29,32).

Por ello, el objetivo de la realización de este estudio es tratar de arrojar algo de luz sobre la variación entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo y la fuerza máxima isocinética a una velocidad baja, media y alta de 30, 90 y 120 grados/segundo en la flexión de codo en sujetos sanos con el fin de tratar tener valores de referencia.

## 2. Objetivos del estudio

Este estudio se encuadra dentro del Proyecto Marco “Variación de los datos biomecánicos del cuerpo humano por rangos de edad, sexo, actividad deportiva y características antropométricas, tras la aplicación de técnicas de fisioterapia deportiva” por la comisión de investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas, más concretamente dentro de dos de sus objetivos específicos: “obtener datos de normalidad con test cinéticos y cinemáticos en sujetos sanos de las articulaciones tobillo, rodilla, cadera, tronco, hombro, codo y mano, en los planos horizontal, sagital y frontal según características antropométricas” y “obtener datos de normalidad con test cinéticos y cinemáticos en sujetos sanos de las articulaciones tobillo, rodilla, cadera, tronco, hombro, codo y mano, en los planos horizontal, sagital y frontal según actividad deportiva”.

### Objetivo general:

- Valorar cambios dinamométricos en la flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.

### Objetivos específicos:

- Analizar las diferencias en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según dominancia en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física en sujetos sanos.

- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según la cantidad de actividad física en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según el género en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según el género en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según el género en sujetos sanos.
- Analizar las diferencias entre el lado dominante y no dominante de la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según el género en sujetos sanos.

### **3. Hipótesis**

El lado dominante tiene más fuerza que el lado no dominante en las variables de fuerza máxima isocinética a 30, 90 y 120 grados por segundo e isométrica a 90 grados en la flexión de codo en sujetos sanos. Además, a menor nivel de actividad física la diferencia entre el lado no dominante y dominante sería mayor en las variables de fuerza máxima isocinética a 30, 90 y 120 grados por segundo e isométrica a 90 grados en la flexión de codo en sujetos sanos, no habiendo diferencias según el género en las variables anteriormente mencionadas.

## **4. Metodología**

### **4.1 Diseño**

El diseño del estudio es cuantitativo. Se trata de un estudio piloto de tipo observacional transversal, donde se realizará una inferencia en la variable independiente dominancia para determinar si hay diferencias en la fuerza de la flexión de codo según la dominancia y en la diferencia entre ambos lados según su actividad física y el género.

A cada sujeto de estudio se le medirá en el lado dominante y no dominante la fuerza en la flexión de codo a distintas velocidades. El orden de la medición se realizará comenzando por el lado dominante, que se determinará por la hoja de recogida de datos (Anexo II), y se continuará la medición por el no dominante.

En este estudio no se realizará ningún tipo de ciego, ya que el estudio únicamente se realiza sobre un grupo y la persona que realiza las mediciones y analiza los datos es la misma.

El estudio se llevará a cabo en el Laboratorio de Biomecánica de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas, ubicada en el municipio de Ciempozuelos, Madrid.

### **4.2 Sujetos de estudio**

La población diana del estudio son sujetos sanos, con una edad entre los 18 y 60 años.

La población de estudio son sujetos sanos de 18 a 60 años se presenten voluntarios al estudio residentes en la Comunidad de Madrid y cumplan con los criterios de inclusión y exclusión que se exponen a continuación.

Criterios de inclusión:

- Sujetos sanos.
- Adultos de 18 a 60 años.

Criterios de exclusión:

- Patología aguda o crónica musculoesquelética del miembro superior.

- Cualquier afectación sistémica.
- Cualquier alteración mental.
- Haber sido operado en el último año.
- Dolor inespecífico en el último mes.
- Miedo a alguna de las intervenciones/mediciones.
- Mujeres embarazadas.
- Haber recibido tratamiento, por un profesional de la salud o pseudociencias, en las 24 horas previas a la medición.
- Haber realizado alguna actividad física en las 12 horas previas a la medición.

El muestreo será no probabilístico por conveniencia y consecutivo hasta completar la muestra necesaria.

El cálculo muestral se realiza en base a este estudio piloto, empleando los datos obtenidos tras realizar el análisis estadístico. Se ha realizado a través de la calculadora GRANMO-IMIM: <https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>.

Por lo tanto, asumiendo un nivel de significación del 5% y un poder estadístico del 80% en un contraste bilateral, utilizando medias apareadas (repetidas en un grupo), se precisan 254 sujetos. Se asume que la desviación estándar es de 46'83 y la precisión de 8'69. Se ha estimado una tasa de pérdidas del 10% (Anexo I).

Tras realizar el cálculo con las distintas variables que salen significativas, el referente a la variable fuerza máxima isométrica es el que nos aporta el mayor número de sujetos, por lo que se decide tomarlo como válido.

### 4.3 Variables

<b>Variable</b>	<b>Tipo: Dependiente/independiente categórica (nominal/ordinal) o cuantitativa (discreta/continua)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Forma de medición</b>
Fuerza máxima isocinética 30°/seg lado dominante	Dependiente cuantitativa continua	Newton (N)	Primus RS
Fuerza máxima isocinética 90°/seg lado dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Fuerza máxima isocinética 120°/seg lado dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Fuerza máxima isométrica a 90° de flexión lado dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Fuerza máxima isocinética 30°/seg lado no dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Fuerza máxima isocinética 90°/seg lado no dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS

Fuerza máxima isocinética 120°/seg lado no dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Fuerza máxima isométrica a 90° de flexión lado no dominante	Dependiente cuantitativa continua	N	Primus RS
Dominancia	Independiente cualitativa nominal		1 = Derecha 2 = Izquierda Hoja de recogida de datos
Cantidad deporte	Independiente cualitativa ordinal		0 = Bajo 1 = Moderado 2 = Alto Cuestionario actividad física IPAQ
Género	Independiente cualitativa nominal		1 = Hombre 2 = Mujer Hoja de recogida de datos

Tabla 2: Tabla de variables (elaboración propia).

Las variables fuerza máxima isocinética 30, 90 y 120 se recoge el valor máximo de cada una de las series y fuerza máxima isométrica a 90 grados se recoge la media del valor más alto de las 3 repeticiones.

#### 4.4 Procedimiento de recogida de datos

Una vez concertada la cita con el sujeto en el Laboratorio de Biomecánica, se le facilita el cuestionario de actividad física IPAC (Anexo II), la hoja de recogida de datos (Anexo III) y el consentimiento informado (Anexo IV). Así mientras el sujeto rellena los distintos documentos pasará el tiempo suficiente para que se acomode a las condiciones ambientales de la sala. La lateralidad de cada uno de los sujetos se determinará a través de la pregunta: “¿con qué mano escribes y comes?”.

La colocación del sujeto será en bipedestación con una separación de los pies del ancho de las caderas, puesto que se quiere valorar la fuerza que los sujetos son capaces de generar en bipedestación permitiendo compensaciones con el resto del cuerpo.



*Ilustración 1: BTE Primus RS. Elaboración propia.*

El sujeto se colocará junto al dinamómetro BTE Primus RS (28) y empleando la herramienta 701; la posición del equipo y del brazo de palanca de la herramienta se ajustará

según cada sujeto teniendo en cuenta la estatura de cada uno de los sujetos y haciendo coincidir el fulcro de la herramienta con el epicóndilo del sujeto.



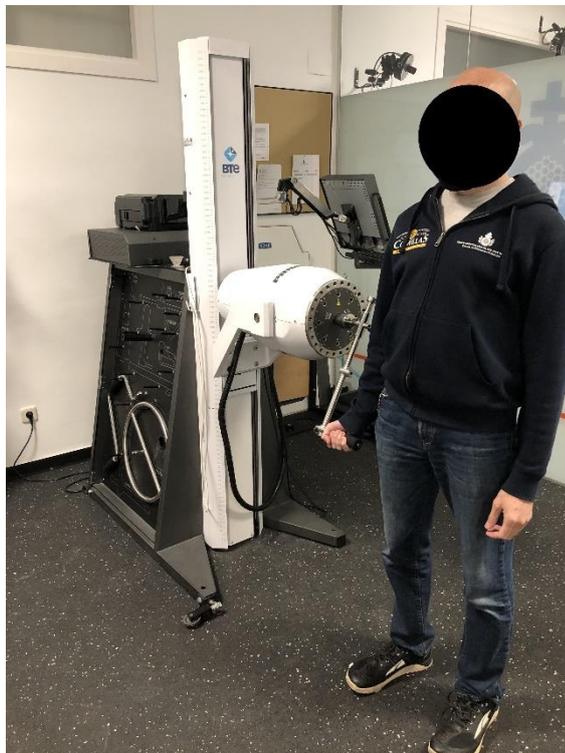
*Ilustración 2: Herramienta 701. Elaboración propia.*

Se comenzará midiendo el lado dominante, que se determina en la Hoja de recogida de datos (Anexo II). El protocolo que a continuación se detallará consta de un ejercicio de calentamiento a una velocidad muy alta de 180 grados por segundo para que el sujeto se habitúe al equipo, tras lo cual se realizarán 3 ejercicios isocinéticos a 30, 90 y 120 grados por segundo ya que se quiere valorar la fuerza máxima generada a velocidad baja, media y alta; tras lo cual el sujeto realizará un ejercicio de fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo. Se dará un descanso de 60 segundos entre cada una de las series de cada ejercicio y de 60 segundos entre ejercicios. No habrá ningún tipo de estímulo externo al sujeto por parte del investigador.

Por lo que el protocolo de medición sería:

- A. Calentamiento a 180 grados/segundo a 10 repeticiones.
- B. Flexión de codo isocinética a 30 grados/segundos, 1 serie de 3 repeticiones. (60 segundos de descanso entre series).
- C. Descanso de 60 segundos.
- D. Flexión de codo isocinética a 90 grados/segundo, 1 serie de 5 repeticiones.
- E. Descanso de 60 segundos.
- F. Flexión de codo isocinética a 120 grados/segundo, 1 serie de 10 repeticiones.
- G. Descanso de 60 segundos.
- H. Contracción isométrica con 90 grados de flexión de codo, 3 series de 6 segundos con 12 segundos de descanso entre series.

Para la obtención de los datos se tomará como válido el valor máximo de cada uno de los ejercicios isocinéticos y la media del valor máximo de las tres repeticiones de fuerza.



*Ilustración 3: Medición de sujeto. Elaboración propia.*

## 4.5 Cronograma

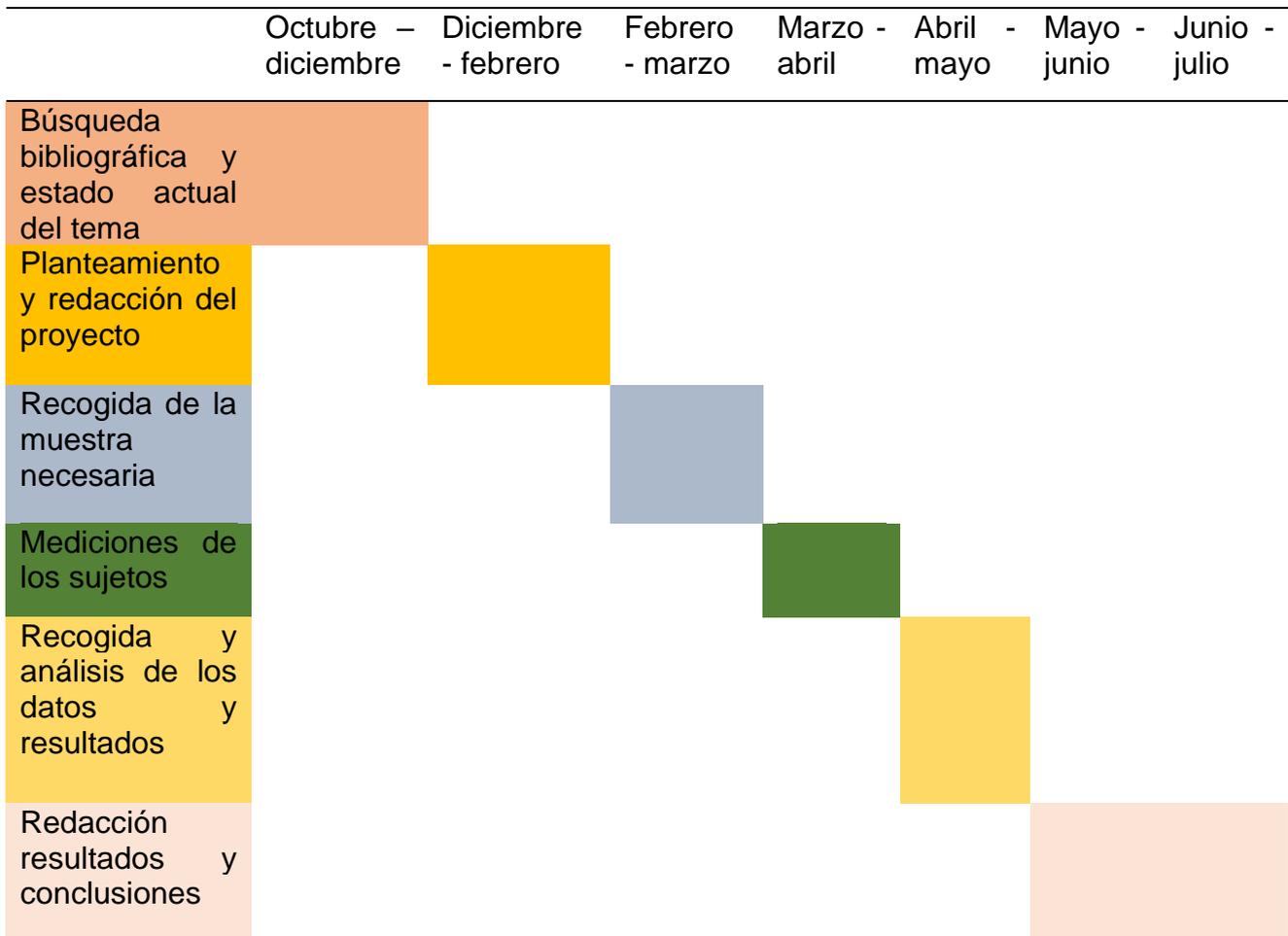


Tabla 3: Cronograma. Elaboración propia.

## **4.6 Hipótesis operativas**

Diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante en el isocinético a 30 grados/seg:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

Diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante en el isocinético a 90 grados/seg:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

Diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante en el isocinético a 120 grados/seg:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

Diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante en el isométrico a 90 grados de flexión de codo:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo del lado dominante respecto al no dominante.

Diferencia de fuerza máxima entre lado no dominante y dominante en el isocinético a 30 grados/seg según el nivel de actividad física:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

Diferencia de fuerza máxima entre lado no dominante y dominante en el isocinético a 90 grados/seg según el nivel de actividad física:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

Diferencia de fuerza máxima entre lado no dominante y dominante en el isocinético a 120 grados/seg según el nivel de actividad física:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según la cantidad de actividad física.

Diferencia de fuerza máxima entre lado no dominante y dominante en el isométrico a 90 grados de flexión de codo según el nivel de actividad física:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según la cantidad de actividad física.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según la cantidad de actividad física.

Diferencias en la fuerza máxima entre el lado no dominante y dominante en el isocinético a 30 grados/seg según el género:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según género.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 30 grados por segundo en la flexión de codo según género.

Diferencias en la fuerza máxima entre el lado no dominante y dominante en el isocinético a 90 grados/seg según el género:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según género.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 90 grados por segundo en la flexión de codo según género.

Diferencias en la fuerza máxima entre el lado no dominante y dominante en el isocinético a 120 grados/seg según el género:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según género.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isocinética a 120 grados por segundo en la flexión de codo según género.

Diferencias en la fuerza máxima entre el lado no dominante y dominante en el isométrico a 90 grados de flexión de codo según el género:

H<sub>0</sub>: no hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según género.

H<sub>1</sub>: hay diferencias estadísticamente significativas en la variación del lado dominante y no dominante en la fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo según género.

#### **4.7 Recogida y análisis de datos**

La recogida de datos de se realizará directamente de aquellos sujetos que quieran participar en el estudio a través de la hoja de recogida de datos (Anexo II). Con el fin de preservar el anonimato de los sujetos, tal como expone establecidas en cumplimiento de la “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre” de Protección de Datos de carácter personal, modificada a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se dispondrá de dos bases de datos, una con los datos personales y otra únicamente con los datos de investigación y número de identificación.

Tras la recogida de datos en Microsoft® Office Excel (Anexo V), los datos se trasladarán al programa IBM SPSS Statistics® 26.0, donde se realizará la estadística.

### Análisis estadístico descriptivo:

Se analizarán las variables cuantitativas mediante estadísticos descriptivos de tendencia media central (media), estudios de medidas de dispersión (varianza y desviación estándar) y de máximos y mínimos para poder describir el comportamiento de la muestra. Para las variables cualitativas se realizará un análisis descriptivo a través de la frecuencia y su porcentaje correspondiente.

### Análisis estadístico inferencial:

Para poder analizar la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante se realizará en un primer lugar la prueba de normalidad y como nuestra muestra es inferior a 30 sujetos nos fijaremos en la columna de Shaphiro-Wilk y dependiendo del dato de significación si  $p > 0'05$  se cumplirá la normalidad de la muestra y se realizará la prueba paramétrica T-Student para muestras relacionadas. En el caso de asumir que  $p < 0'05$  se tendrá que realizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Aunque debido al reducido tamaño de la muestra se deberán realizar ambas pruebas para determinar si hay o no cambios significativos en las variables a estudiar.

Para analizar la diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante según la cantidad de actividad física se realizará la prueba de normalidad y como nuestra muestra es inferior a 30 sujetos nos fijaremos en la columna de Shaphiro-Wilk y dependiendo del valor de la significación se tendrá que realizar la prueba paramétrica ANOVA de un factor si  $p > 0'05$  o la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis  $p < 0'05$ . Aunque debido al reducido tamaño de la muestra se deberán realizar ambas pruebas para determinar si hay o no cambios significativos en las variables a estudiar.

Para analizar la diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante según el género se realizará la prueba de normalidad y como nuestra muestra es inferior a 30 sujetos nos fijaremos en la columna de Shaphiro-Wilk y dependiendo del valor de la significación se tendrá que realizar la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes si  $p > 0'05$  o la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney si  $p < 0'05$ . Aunque debido al reducido

tamaño de la muestra se deberán realizar ambas pruebas para determinar si hay o no cambios significativos en las variables a estudiar.

#### **4.8 Consideraciones éticas**

Durante la realización del estudio se respetarán las recomendaciones éticas de la última actualización de la Declaración de Helsinki y Tokio de la Asamblea Médica Mundial, sobre investigación clínica en seres humanos.

Este estudio se engloba dentro del Proyecto Marco “Variación de los datos biomecánicos del cuerpo humano por rangos de edad, sexo, actividad deportiva y características antropométricas, tras la aplicación de técnicas de fisioterapia deportiva” por la comisión de investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas el día 9 de abril de 2015 y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid el 11 de septiembre de 2015 (Anexo VI). Además, este estudio ha sido aprobado por la comisión de investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios de la Universidad Pontificia de Comillas.

A los sujetos se les entregará la Hoja de información al paciente (Anexo III) en donde se le expondrán todas las características del estudio. Con el fin de preservar el anonimato de los sujetos, tal como expone establecidas en cumplimiento de la “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre” de Protección de Datos de carácter personal, modificada a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se dispondrá de dos bases de datos, una con los datos personales y otra únicamente con los datos de investigación y número de identificación.

Los centros donde se han realizado las mediciones disponen de un Seguro de Responsabilidad Civil y las correspondientes licencias y permisos por parte de la autoridad competente, la Comunidad de Madrid.

## 5. Resultados

### Análisis descriptivo

#### Variables independientes

En el estudio han participado un total de 12 sujetos, todos tienen una dominancia derecha (100%) (Tabla 4, Ilustración 4). En la cantidad de actividad física, del total de la muestra de 12 sujetos, 2 tienen una actividad física baja (16'7%), 4 realizan una actividad física moderada (33'3%) y 6 sujetos realizan una actividad física alta (50%) (Tabla 5, Ilustración 5). Del total de 12 sujetos participantes en este estudio 3 han sido mujeres (25%) y 9 hombres (75%) (Tabla 6, Ilustración 6).

DOMINANCIA					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DERECHA	12	100,0	100,0	100,0

Tabla 4: Estadísticos descriptivos dominancia. SPSS.

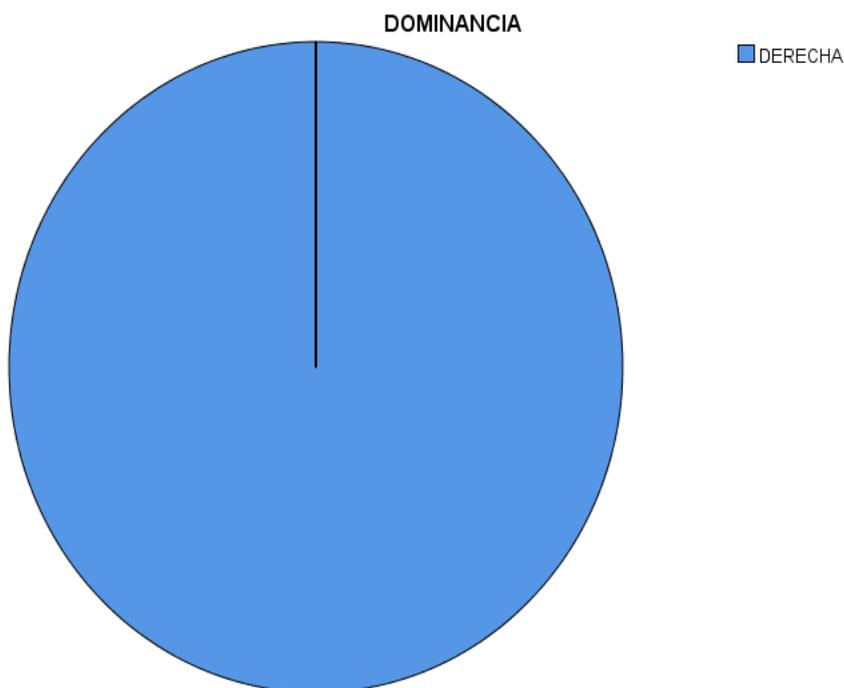


Ilustración 4: Descriptivo dominancia. SPSS.

ACTIV. FISICA					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJO	2	16,7	16,7	16,7
	MODERADO	4	33,3	33,3	50,0
	ALTO	6	50,0	50,0	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

Tabla 5: Descriptivos actividad física. SPSS.

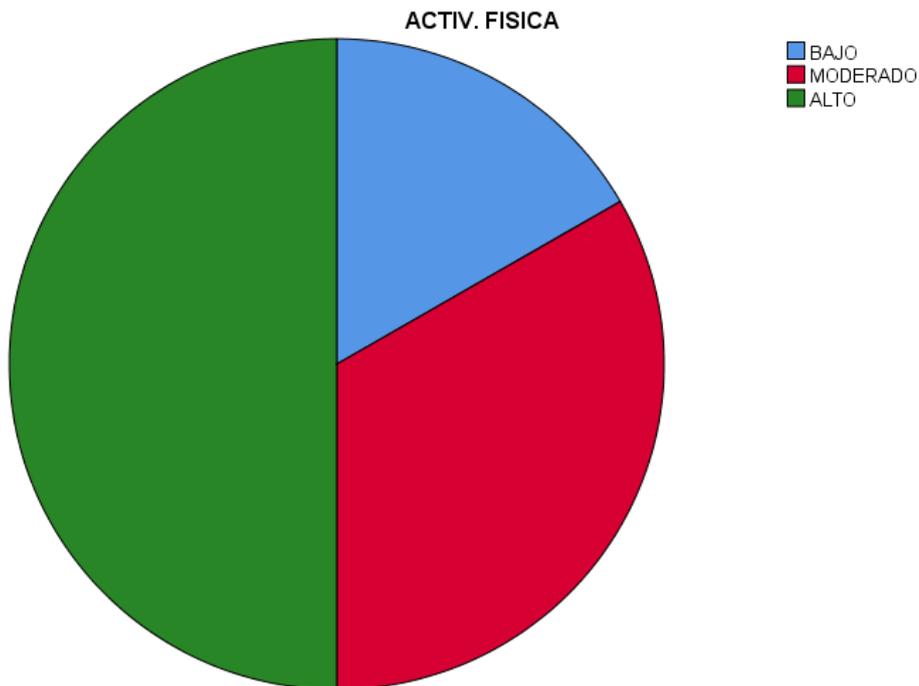


Ilustración 5: Descriptivos actividad física. SPSS.

GENERO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	HOMBRE	9	75,0	75,0	75,0
	MUJER	3	25,0	25,0	100,0
	Total	12	100,0	100,0	

Tabla 6: Descriptivos género. SPSS.

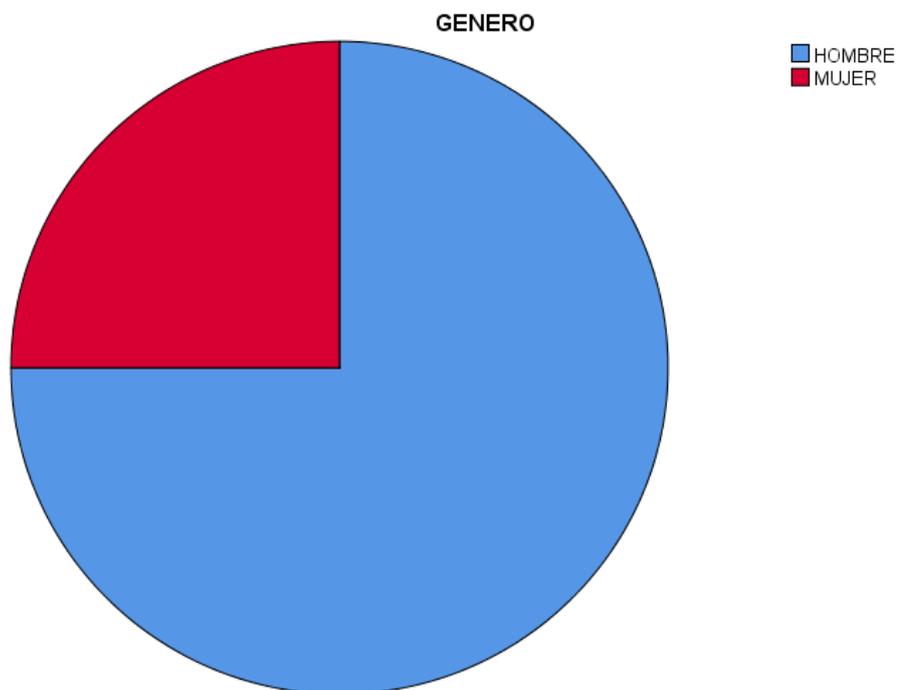


Ilustración 6: Descriptivos género. SPSS.

### Variables dependientes

A los 12 sujetos se les ha realizado un protocolo de ejercicio isocinético a 30, 90 y 120 grados/segundo y un ejercicio isométrico a 90 grados de flexión de codo, de donde se han obtenido los valores de fuerza máxima desarrollados por cada sujeto.

En el ejercicio isocinético a 30 grados/segundo observamos que el valor medio de fuerza máxima en el lado dominante es de 153,75 (44,36) mientras que en lado no dominante el valor medio es de 135,75 (44,60) por lo que resaltamos que hay una diferencia de 18 Newtons de fuerza entre el lado dominante y no dominante (Tabla 7). En el gráfico de cajas observamos el comportamiento de la muestra en cada uno de los lados implicados (Ilustración 7).

<b>Estadísticos isocinético a 30º/seg</b>						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
DOM-Fmax isoci 30	12	90	238	153,75	44,362	1968,023
NODOM-Fmax isoci 30	12	78	229	135,75	44,602	1989,295

Tabla 7: Dstadístico isocinético a 30º/seg. SPSS.

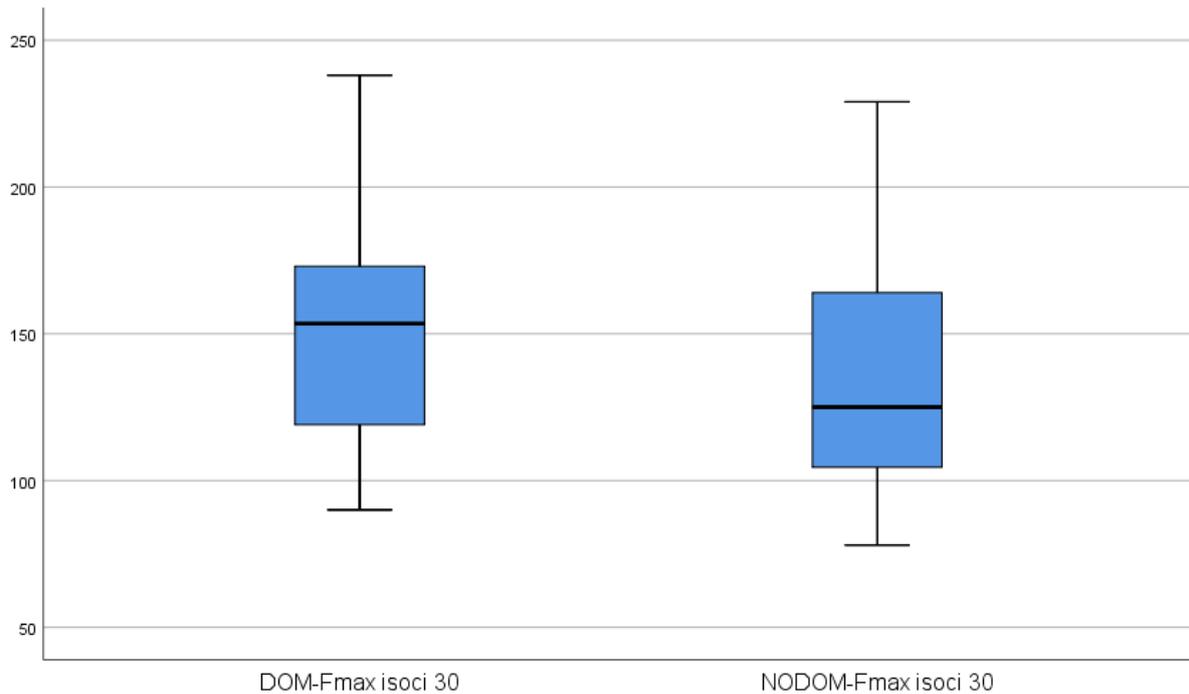


Ilustración 7: Estadístico isocinético a 30º/seg. SPSS.

Comparando el ejercicio isocinético a 30º/seg según el nivel de actividad física observamos que el valor medio en niveles bajos de actividad física es en el lado dominante de 129,50 (16,26) y de 101 (24,04) en el no dominante; en niveles moderados es de 166,25 (50,50) en el lado dominante y 147,25 (55,16) en el no dominante; y en niveles altos el valor medio de fuerza máxima es de 153,5 (48,84) en el lado dominante y de 139,67 (42,75) en el lado no dominante. Por lo que cabe destacar que a niveles más altos de actividad física al realizar un ejercicio isocinético a 30º/seg la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante se disminuye (Tabla 8, Ilustración 8).

Descriptivos isocinético 30º/seg según actividad física			
	ACTIV. FISICA		Estadístico
DOM-Fmax isoci 30	BAJO	Media	129,50
		Varianza	264,500
		Desviación estándar	16,263
		Mínimo	118
		Máximo	141
	MODERADO	Media	166,25
		Varianza	2550,917
		Desviación estándar	50,507

		Mínimo	120
		Máximo	238
	ALTO	Media	153,50
		Varianza	2385,900
		Desviación estándar	48,846
		Mínimo	90
		Máximo	222
NODOM-Fmax isoci 30	BAJO	Media	101,00
		Varianza	578,000
		Desviación estándar	24,042
		Mínimo	84
		Máximo	118
	MODERADO	Media	147,25
		Varianza	3042,917
		Desviación estándar	55,163
		Mínimo	113
		Máximo	229
	ALTO	Media	139,67
		Varianza	1827,867
		Desviación estándar	42,754
		Mínimo	78
		Máximo	184

Tabla 8: Descriptivos isocinético 30º/seg según actividad física. SPSS.

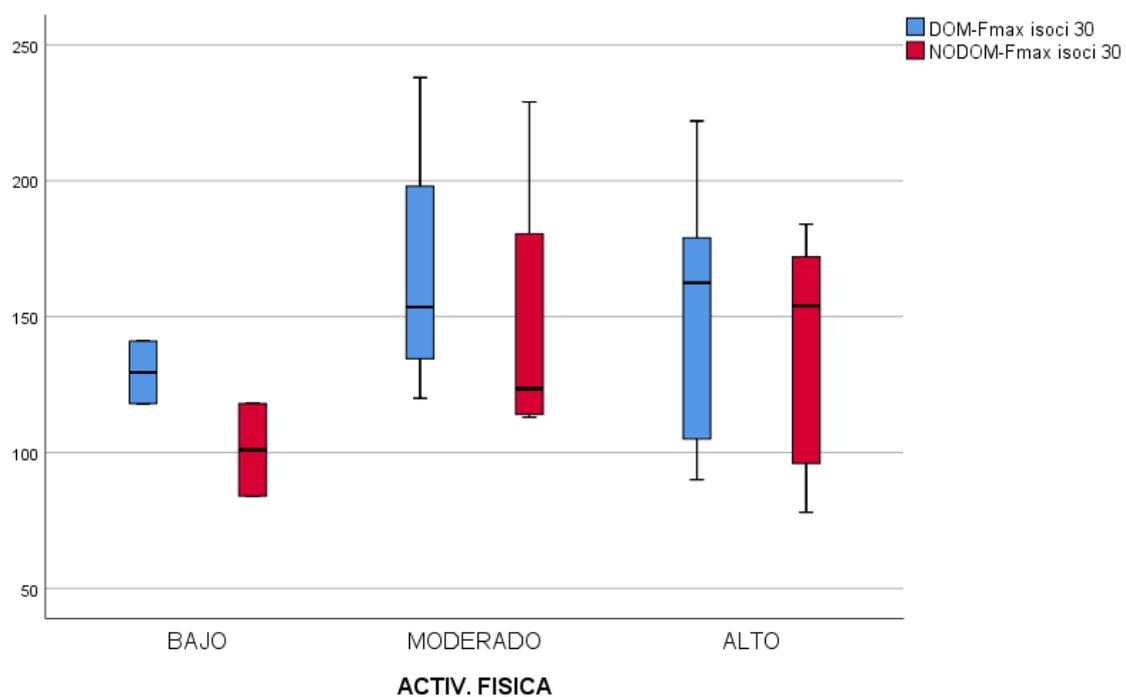


Ilustración 8: Descriptivos isocinético 30º/seg según actividad física. SPSS.

Comparando el ejercicio isocinético a 30 grados/segundo según género observamos que el valor medio en hombres en el lado dominante es de 170 (38'23) y en el no dominante es de 148'89 (43'27); mientras que en las mujeres el valor medio en el lado dominante es de 105 (15) mientras que en el no dominante es de 96'33 (18'5). Por lo que observamos que los hombres generan una mayor fuerza media tanto en el lado dominante como no dominante que las mujeres, pero las mujeres presentan menor diferencia entre lado dominante y no dominante (Tabla 9). En el gráfico de cajas podemos comprobar el comportamiento de la muestra (Ilustración 9).

<b>Descriptivos isocinético 30 grados/segundo según género</b>			
	GENERO		Estadístico
DOM-Fmax isoci 30	HOMBRE	Media	170,00
		Varianza	1461,500
		Desviación estándar	38,230
		Mínimo	118
		Máximo	238
	MUJER	Media	105,00
		Varianza	225,000
		Desviación estándar	15,000
		Mínimo	90
		Máximo	120
NODOM-Fmax isoci 30	HOMBRE	Media	148,89
		Varianza	1872,861
		Desviación estándar	43,277
		Mínimo	84
		Máximo	229
	MUJER	Media	96,33
		Varianza	342,333
		Desviación estándar	18,502
		Mínimo	78
		Máximo	115

Tabla 9: Descriptivos isocinético 30º/seg según género. SPSS.

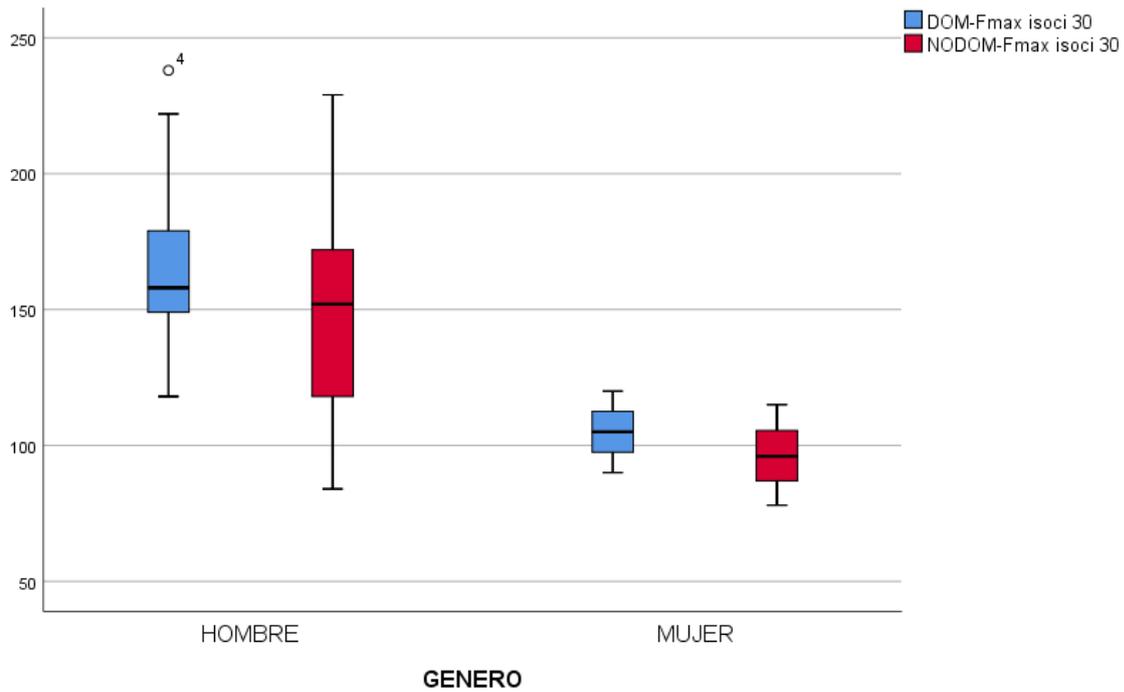


Ilustración 9: Descriptivos isocinético 30º/seg según género. SPSS.

En el ejercicio isocinético a 90 grados por segundo obtenemos en el lado dominante el valor medio de fuerza máxima es de 127,67 (45,09) mientras que en lado no dominante es de 121,75 (36,44), habiendo una diferencia de 5,92 Newton de fuerza entre ambos lados (Tabla 10, Ilustración 10).

Estadísticos isocinético 90º/seg						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
DOM-Fmax isoci 90	12	63	228	127,67	45,095	2033,515
NODOM-Fmax isoci 90	12	73	195	121,75	36,447	1328,386

Tabla 10: Estadísticos isocinético 90º/seg. SPSS.

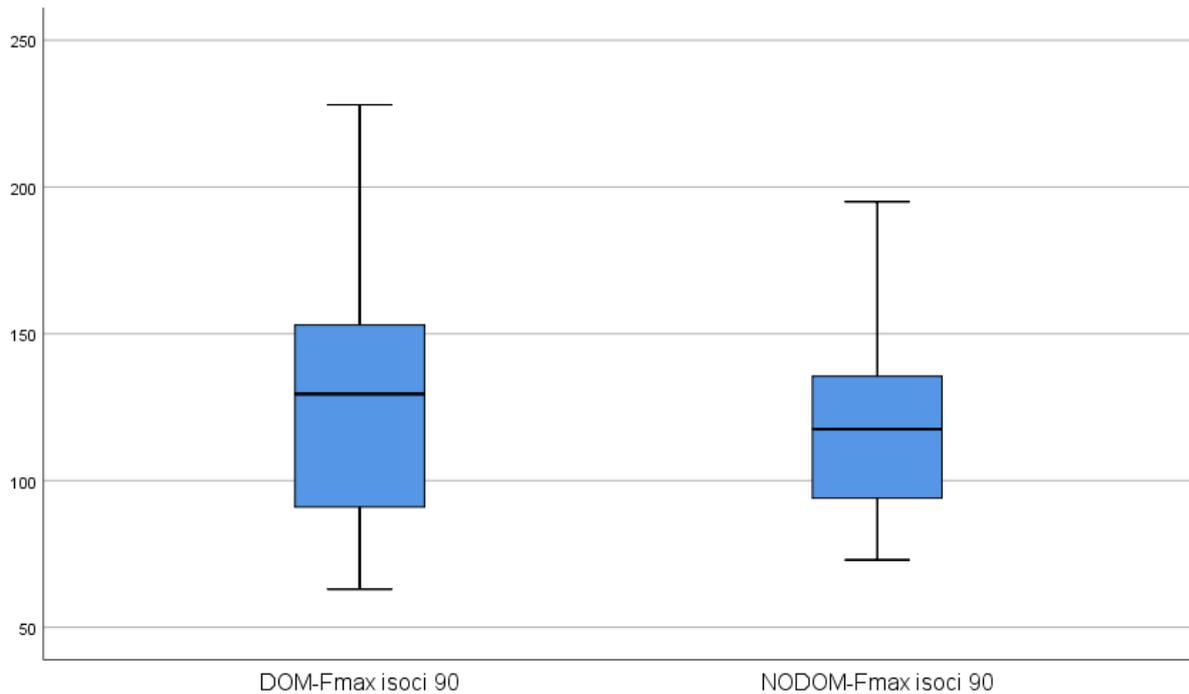


Ilustración 10: Estadístico isocinético 90º/seg. SPSS.

Comparando el ejercicio isocinético a 90º/seg según el nivel de actividad física observamos que el valor medio en niveles bajos de actividad física es en el lado dominante de 84,50 (30,40) y de 102 (28,28) en el no dominante; en niveles moderados es de 145,50 (58,27) en el lado dominante y 134 (42,71) en el no dominante; y en niveles altos el valor medio de fuerza máxima es de 130,17 (35,27) en el lado dominante y de 120,17 (37,26) en el lado no dominante. Por lo que cabe destacar que a niveles más altos de actividad física al realizar un ejercicio isocinético a 90º/seg la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante se disminuye (Tabla 11, Ilustración 11).

Descriptivos 90º/seg según actividad física			
	ACTIV. FISICA		Estadístico
DOM-Fmax isoci 90	BAJO	Media	84,50
		Varianza	924,500
		Desviación estándar	30,406
		Mínimo	63
		Máximo	106
	MODERADO	Media	145,50
		Varianza	3395,667

		Desviación estándar	58,272
		Mínimo	92
		Máximo	228
	ALTO	Media	130,17
		Varianza	1244,167
		Desviación estándar	35,273
		Mínimo	85
Máximo	165		
NODOM-Fmax isoci 90	BAJO	Media	102,00
		Varianza	800,000
		Desviación estándar	28,284
		Mínimo	82
		Máximo	122
	MODERADO	Media	134,00
		Varianza	1824,667
		Desviación estándar	42,716
		Mínimo	98
		Máximo	195
	ALTO	Media	120,17
		Varianza	1388,567
		Desviación estándar	37,263
		Mínimo	73
		Máximo	177

Tabla 11: Descriptivos isocinético 90º/seg según actividad física. SPSS.

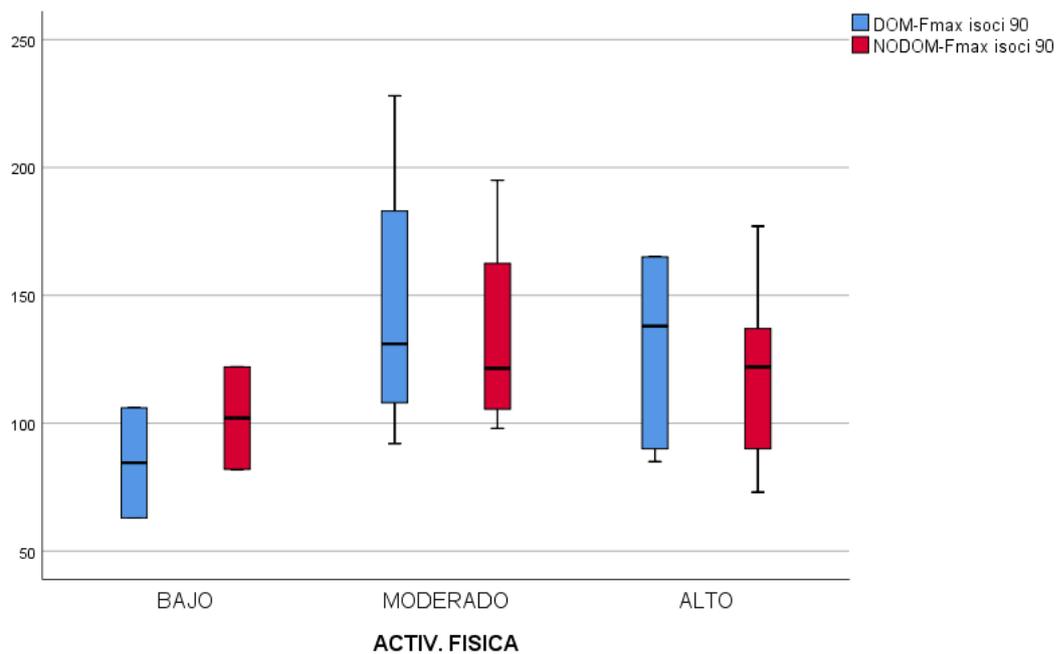


Ilustración 11: Descriptivos isocinético 90º/seg según actividad física. SPSS.

Comparando el ejercicio isocinético a 90 grados/segundo según género observamos que el valor medio en hombres en el lado dominante es de 140'56 (45'25) y en el no dominante es de 133'33 (34'38); mientras que en las mujeres el valor medio en el lado dominante es de 89 (3'6) mientras que en el no dominante es de 87 (12'76). Por lo que observamos que los hombres generan una mayor fuerza media tanto en el lado dominante como no dominante que las mujeres, pero las mujeres presentan menor diferencia entre lado dominante y no dominante (Tabla 12). En el gráfico de cajas podemos comprobar el comportamiento de la muestra (Ilustración 12).

<b>Descriptivos isocinético 90 grados/segundo según género</b>			
	<b>GENERO</b>		<b>Estadístico</b>
DOM-Fmax isoci 90	HOMBRE	Media	140,56
		Varianza	2045,278
		Desviación estándar	45,225
		Mínimo	63
		Máximo	228
	MUJER	Media	89,00
		Varianza	13,000
		Desviación estándar	3,606
		Mínimo	85
		Máximo	92
NODOM-Fmax isoci 90	HOMBRE	Media	133,33
		Varianza	1182,000
		Desviación estándar	34,380
		Mínimo	82
		Máximo	195
	MUJER	Media	87,00
		Varianza	163,000
		Desviación estándar	12,767
		Mínimo	73
		Máximo	98

Tabla 12: Descriptivos isocinético 90º/seg según género. SPSS.

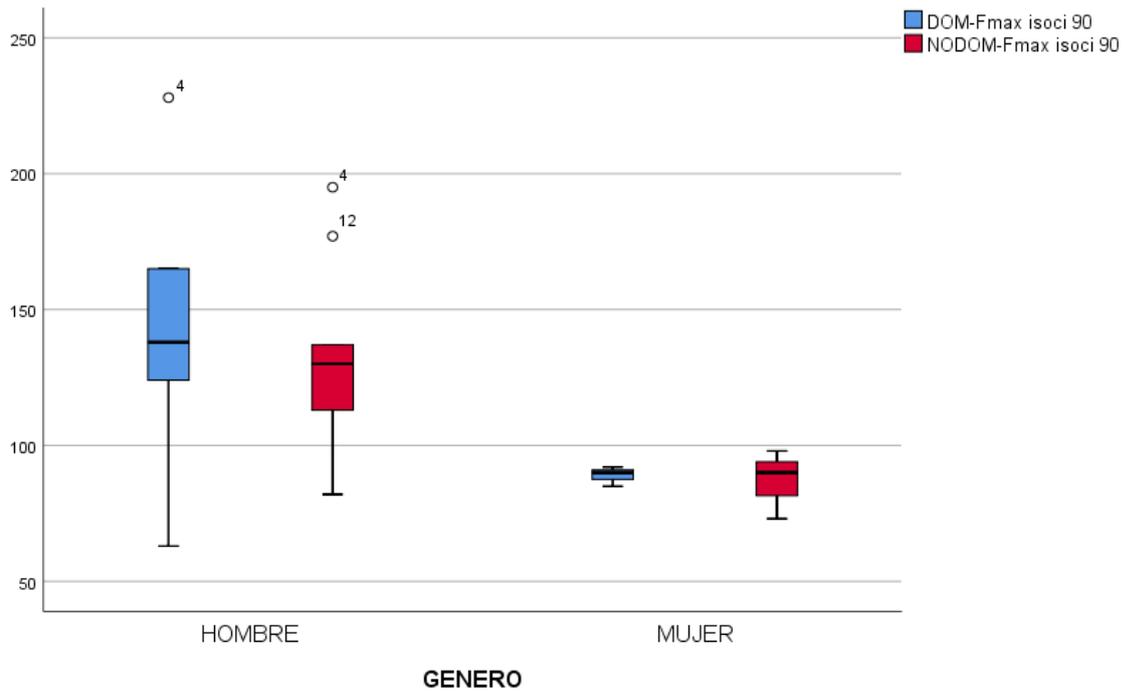


Ilustración 12: Descriptivos isocinético 90°/seg según género. SPSS.

En el ejercicio isocinético a 120 grados por segundo el valor medio en el lado dominante es de 127,67 (38,21) mientras que en lado no dominante es de 115,25 (39,22), observándose 8,42 Newton de diferencia entre ambos lados (Tabla 13, Ilustración 13).

Estadísticos isocinético 120°/seg						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
DOM-Fmax isoci 120	12	72	213	127,67	38,218	1460,606
NODOM-Fmax isoci 120	12	63	196	115,25	39,227	1538,750

Tabla 13: Estadísticos isocinético 120°/seg. SPSS.

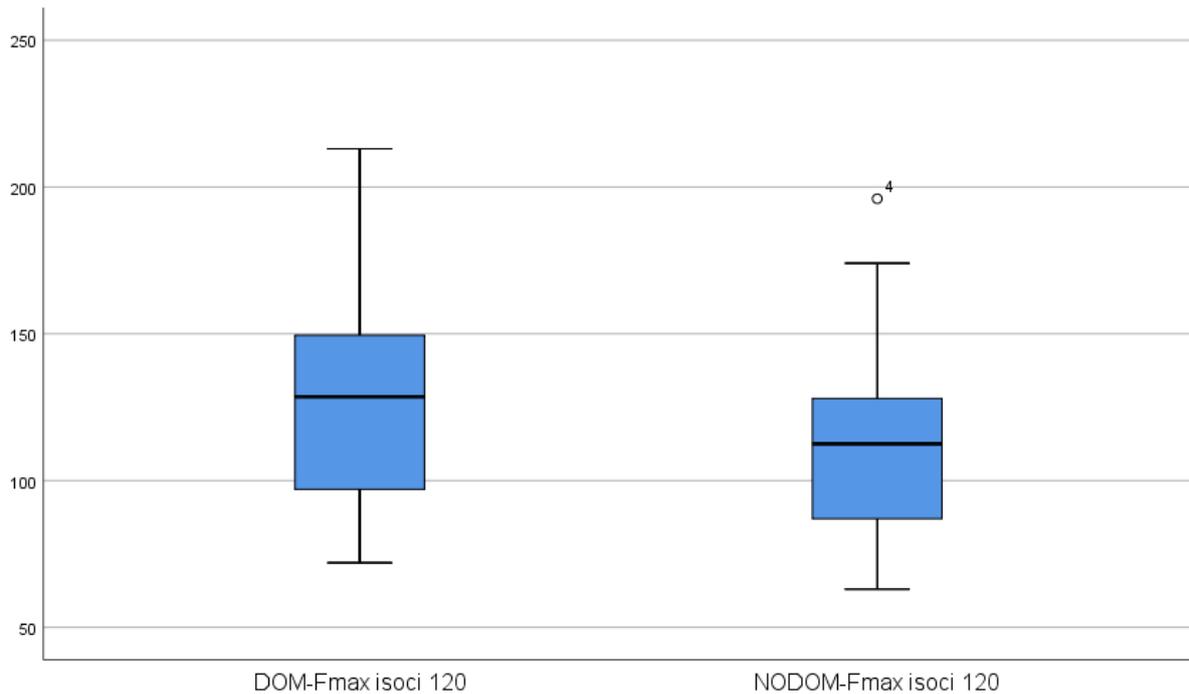


Ilustración 13: Estadísticos isocinético 120º/seg. SPSS.

Analizando la fuerza máxima del ejercicio isocinético a 120º/seg según la actividad física observamos que el valor medio en niveles bajos de actividad física es en el lado dominante de 101,50 (41,71) y de 89,50 (37,47) en el no dominante; en niveles moderados es de 143,25 (48,71) en el lado dominante y 127,75 (48,70) en el no dominante; y en niveles altos el valor medio de fuerza máxima es de 126 (31,14) en el lado dominante y de 115 ,50 (35,26) en el lado no dominante. Por lo que cabe destacar que a niveles más altos de actividad física al realizar un ejercicio isocinético a 120º/seg la diferencia entre de fuerza máxima lado dominante y no dominante se disminuye (Tabla 14, Ilustración 14).

Descriptivos isocinético 120º/seg según actividad física			
	ACTIV. FISICA		Estadístico
DOM-Fmax isoci 120	BAJO	Media	101,50
		Varianza	1740,500
		Desviación estándar	41,719
		Mínimo	72
		Máximo	131

	MODERADO	Media	143,25
		Varianza	2372,917
		Desviación estándar	48,713
		Mínimo	100
		Máximo	213
	ALTO	Media	126,00
		Varianza	970,000
		Desviación estándar	31,145
		Mínimo	87
		Máximo	158
NODOM-Fmax isoci 120	BAJO	Media	89,50
		Varianza	1404,500
		Desviación estándar	37,477
		Mínimo	63
		Máximo	116
	MODERADO	Media	127,75
		Mediana	116,50
		Varianza	2372,250
		Desviación estándar	48,706
		Mínimo	82
		Máximo	196
	ALTO	Media	115,50
		Varianza	1290,700
		Desviación estándar	35,926
		Mínimo	69
Máximo		174	

Tabla 14: Descriptivos isocinético 120º/seg según actividad física. SPSS.

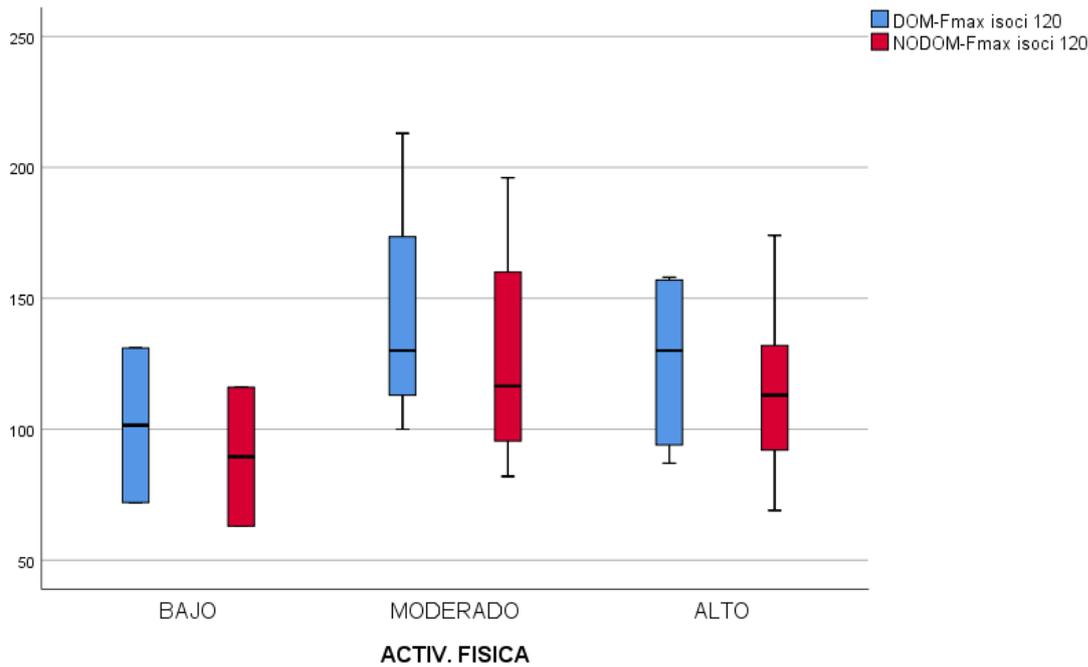


Ilustración 14: Estadísticos descriptivos isocinético a 120º/seg según actividad física. SPSS.

Comparando el ejercicio isocinético a 120 grados/segundo según género observamos que el valor medio en hombres en el lado dominante es de 139 (37'68) y en el no dominante es de 126'67 (38'67); mientras que en las mujeres el valor medio en el lado dominante es de 93'67 (6'5) mientras que en el no dominante es de 81 (11'53). Por lo que observamos que los hombres generan una mayor fuerza media tanto en el lado dominante como no dominante que las mujeres, pero las mujeres presentan menor diferencia entre lado dominante y no dominante (Tabla 15). En el gráfico de cajas podemos comprobar el comportamiento de la muestra (Ilustración 15).

Descriptivos isocinético 120º/seg según género			
	GENERO		Estadístico
DOM-Fmax isoci 120	HOMBRE	Media	139,00
		Varianza	1419,750
		Desviación estándar	37,680
		Mínimo	72
		Máximo	213
	MUJER	Media	93,67
		Varianza	42,333

		Desviación estándar	6,506
		Mínimo	87
		Máximo	100
NODOM-Fmax isoci 120	HOMBRE	Media	126,67
		Varianza	1496,000
		Desviación estándar	38,678
		Mínimo	63
		Máximo	196
	MUJER	Media	81,00
		Varianza	133,000
		Desviación estándar	11,533
		Mínimo	69
		Máximo	92

Tabla 15: Descriptivos isocinético 120º/seg según género. SPSS.

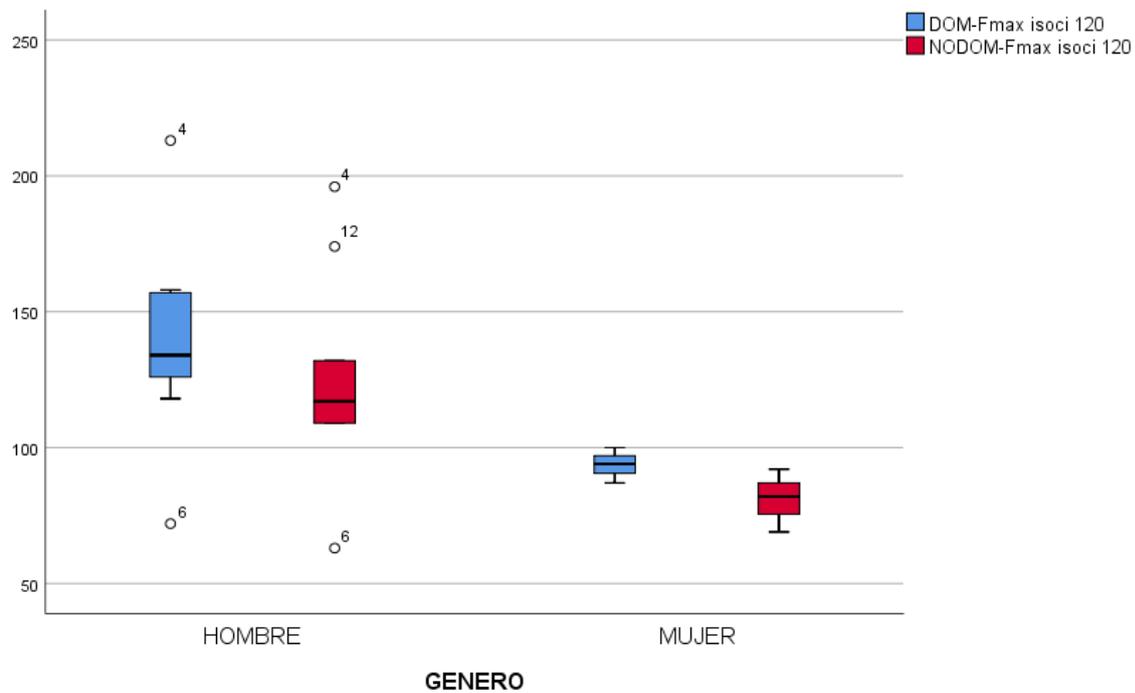


Ilustración 15: Descriptivos isocinéticos 120º/seg según género. SPSS.

En el ejercicio isométrico el valor medio de fuerza máxima es de 155,99 (46,83) en el lado dominante y de 147,30 (40,24) en el lado no dominante, observándose 8,69 Newton de diferencia entre ambos lados (Tabla 16, Ilustración 16).

Descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
DOM-Fmax isomet 90	12	102,94	261,72	155,9967	46,83966
NODOM-Fmax isomet 90	12	97,57	228,31	147,3067	40,24963

Tabla 16: Estadísticos descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo. SPSS.

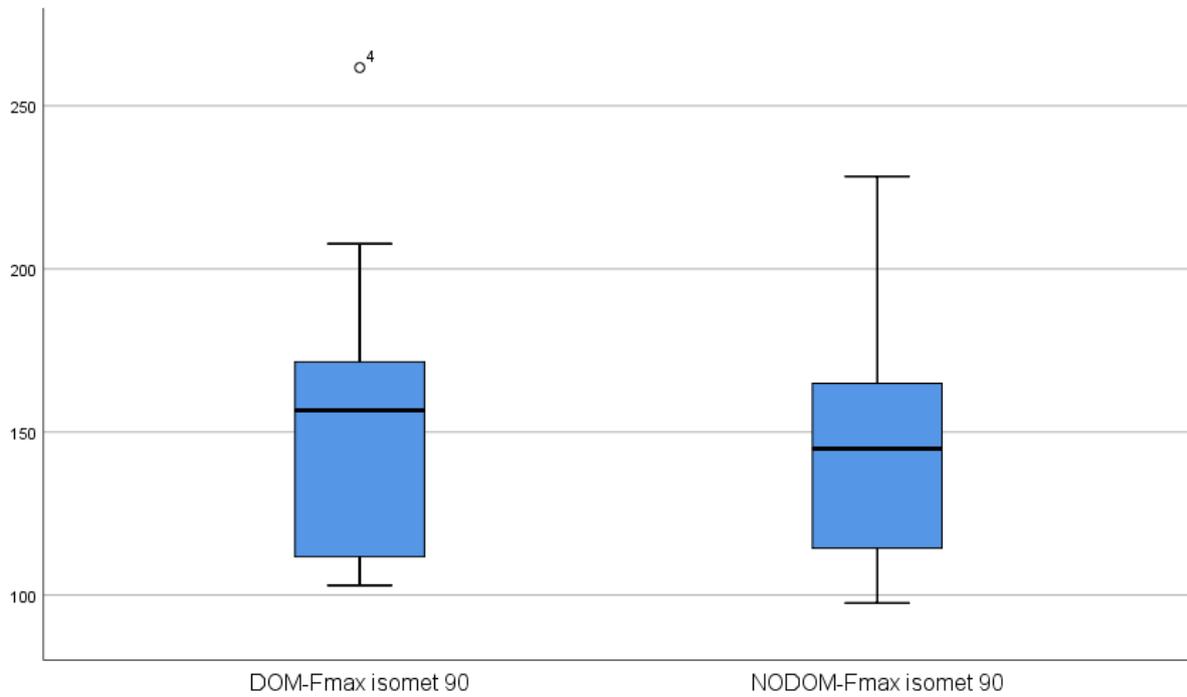


Ilustración 16: Estadísticos descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo. SPSS.

Analizando la fuerza máxima del ejercicio isométrico a 90 de flexión de codo según la actividad física observamos que el valor medio en niveles bajos de actividad física es en el lado dominante de 141,47 (42,43) y de 128,13 (43,21) en el no dominante; en niveles moderados es de 166,49 (65,49) en el lado dominante y 150,90 (52,26) en el no dominante; y en niveles altos el valor medio de fuerza máxima es de 153,83 (41,41) en el lado dominante y de 149,96 (37,02) en el lado no dominante. Por lo que cabe destacar que a niveles más altos de actividad física al realizar un ejercicio isométrico a 90º de flexión de codo la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante se disminuye (Tabla 17, Ilustración 17).

<b>Descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo según actividad física</b>			
	ACTIV. FISICA		Estadístico
DOM-Fmax isomet 90	BAJO	Media	141,4750
		Varianza	1800,600
		Desviación estándar	42,43348
		Mínimo	111,47
		Máximo	171,48
	MODERADO	Media	166,4950
		Varianza	4289,406
		Desviación estándar	65,49356
		Mínimo	112,08
		Máximo	261,72
	ALTO	Media	153,8383
		Varianza	1714,820
		Desviación estándar	41,41039
		Mínimo	102,94
		Máximo	207,73
NODOM-Fmax isomet 90	BAJO	Media	128,1300
		Varianza	1867,827
		Desviación estándar	43,21837
		Mínimo	97,57
		Máximo	158,69
	MODERADO	Media	152,9075
		Varianza	2731,758
		Desviación estándar	52,26623
		Mínimo	107,69
		Máximo	228,31
	ALTO	Media	149,9650
		Varianza	1370,778
		Desviación estándar	37,02401
		Mínimo	98,50
		Máximo	203,71

Tabla 17: Descriptivos isométrico a 90º de flexión de codo según actividad física. SPSS.

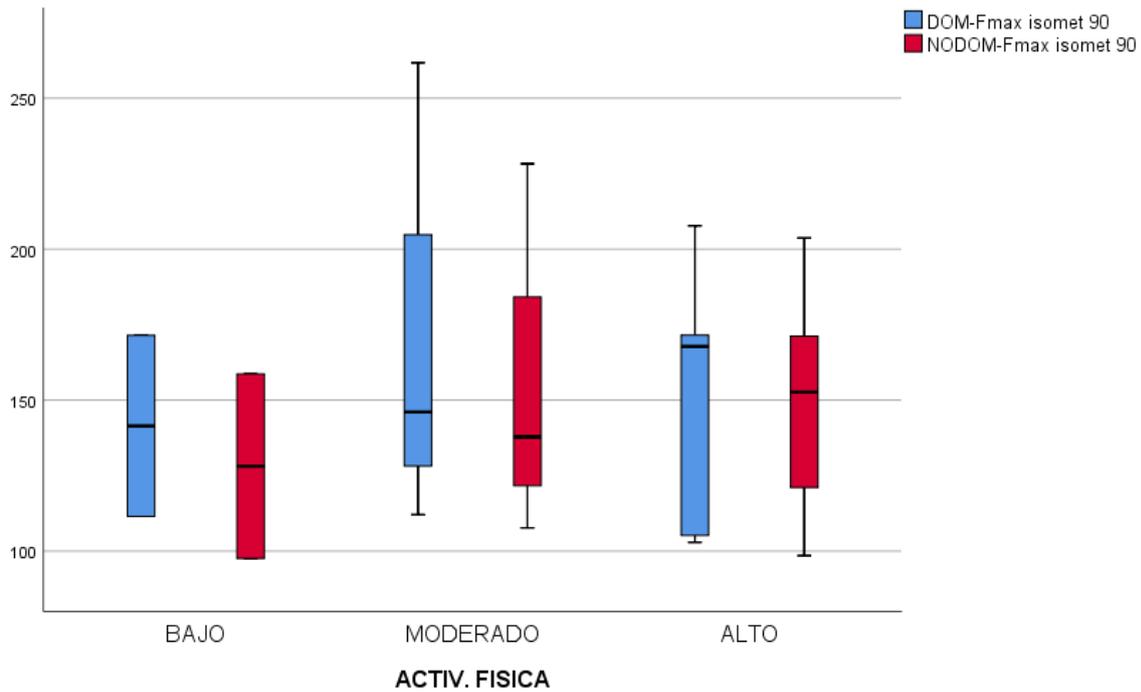


Ilustración 17: Descriptivos isométrico a 90° de flexión de codo según actividad física. SPSS.

Comparando el ejercicio isométrico a 90 grados de flexión de codo según género observamos que el valor medio en hombres en el lado dominante es de 172'41 (42'4) y en el no dominante es de 160'04 (38'27); mientras que en las mujeres el valor medio en el lado dominante es de 106'74 (4'75) mientras que en el no dominante es de 109'08 (11'33). Por lo que observamos que los hombres generan una mayor fuerza media tanto en el lado dominante como no dominante que las mujeres, pero las mujeres presentan menor diferencia entre lado dominante y no dominante (Tabla 18). En el gráfico de cajas podemos comprobar el comportamiento de la muestra (Ilustración 18).

Descriptivos isométrico 90 grados flexión de codo según género			
	GENERO		Estadístico
	DOM-Fmax isomet 90	HOMBRE	Media
Varianza			1798,247
Desviación estándar			42,40574
Mínimo			111,47
Máximo			261,72
MUJER		Media	106,7467
		Varianza	22,633
		Desviación estándar	4,75741
		Mínimo	102,94

		Máximo	112,08
NODOM-Fmax isomet 90	HOMBRE	Media	160,0489
		Varianza	1464,762
		Desviación estándar	38,27221
		Mínimo	97,57
		Máximo	228,31
	MUJER	Media	109,0800
		Varianza	128,575
		Desviación estándar	11,33908
		Mínimo	98,50
		Máximo	121,05

Tabla 18: Descriptivos isométrico 90 grados de flexión de codo según género. SPSS.

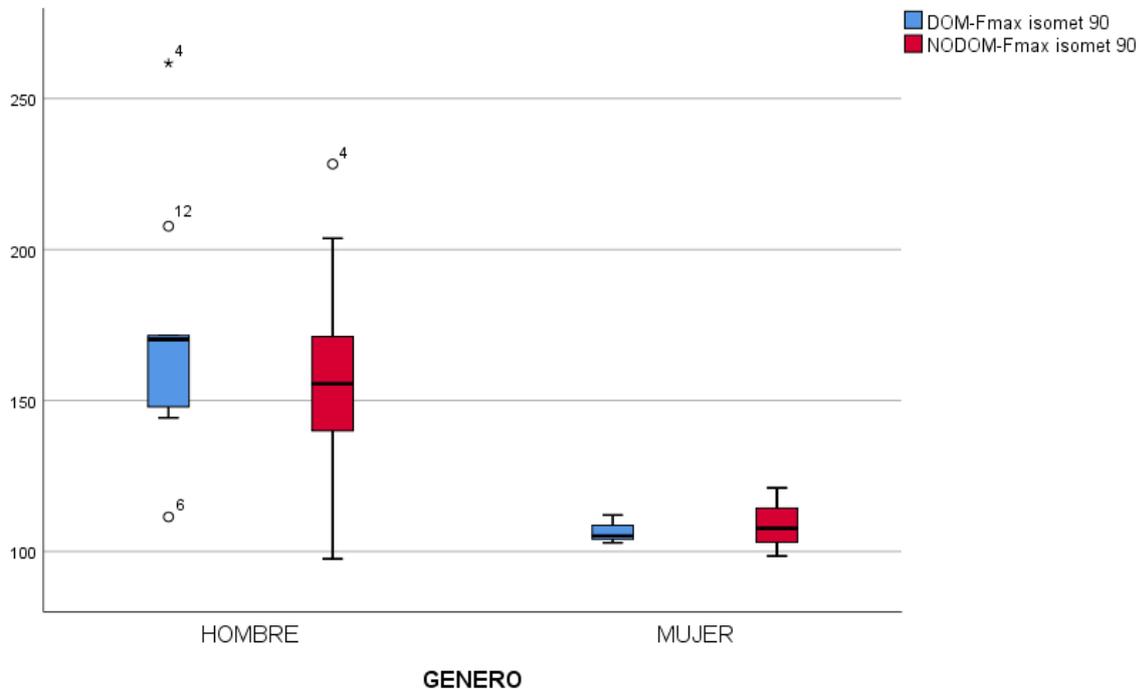


Ilustración 18: Descriptivos isométrico 90 grados de flexión de codo según género. SPSS.

### Análisis inferencial

Para saber qué tipo de análisis inferencial debemos realizar primero hay que determinar la normalidad de la muestra para determinar si hacemos el contraste de hipótesis con pruebas paramétricas o no paramétricas. Si el valor es  $>0,05$  la muestra es normal y se realiza la prueba paramétrica, si es  $<0,05$  la muestra no es normal y se realiza una prueba no

paramétrica. Como el tamaño de nuestra muestra es inferior a 30 sujetos, debemos fijarnos en las columnas de Shapiro-Wilk.

Todas las variables de fuerza máxima se comportan de forma normal debido a que el valor de la significancia es  $>0'05$  en cada una de las variables (Tabla 19). Pero debido al escaso tamaño de la muestra se realiza para todas las variables tanto la prueba paramétrica de T-Student como la prueba de Wilcoxon y así valorar si existen o no diferencias aceptando o rechazando la hipótesis nula.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DOM-Fmax isoci 30	,133	12	,200*	,952	12	,665
DOM-Fmax isoci 90	,134	12	,200*	,948	12	,604
DOM-Fmax isoci 120	,130	12	,200*	,955	12	,713
DOM-Fmax isomet 90	,203	12	,183	,901	12	,164
NODOM-Fmax isoci 30	,155	12	,200*	,953	12	,684
NODOM-Fmax isoci 90	,171	12	,200*	,941	12	,508
NODOM-Fmax isoci 120	,168	12	,200*	,930	12	,384
NODOM-Fmax isomet 90	,139	12	,200*	,942	12	,525

Tabla 19: Pruebas de normalidad. SPSS.

Una vez realizada tanto la prueba paramétrica de T-Student (Tabla 20) y la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Tabla 21) se observa en ambas tablas que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0'05$ ) entre lado dominante y no dominante en las variables de fuerza máxima en isocinético a 30 y 120 grados/segundo y en el isométrico a 90 grados de flexión de codo por lo que se acepta la hipótesis alternativa; y no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0'05$ ) en la variable de fuerza máxima en el isocinético a 90 grados/segundo por lo que se acepta la hipótesis nula. Hallándose las siguientes diferencias entre la fuerza máxima entre lado dominante y no dominante:

- 11'7% de diferencia en el isocinético a 30 grados/segundo.
- 4'63% de diferencia en el isocinético a 90 grados/segundo.
- 9'72% de diferencia en el isocinético a 120 grados/segundo.

- 5'57% de diferencia en el isométrico a 90 grados de flexión de codo.

Prueba paramétrica T-Student									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	DOM-Fmax isoci 30 - NODOM- Fmax isoci 30	18,000	18,251	5,269	6,404	29,596	3,417	11	,006
Par 2	DOM-Fmax isoci 90 - NODOM- Fmax isoci 90	5,917	18,827	5,435	-6,045	17,879	1,089	11	,300
Par 3	DOM-Fmax isoci 120 - NODOM- Fmax isoci 120	12,417	12,413	3,583	4,530	20,304	3,465	11	,005
Par 4	DOM-Fmax isomet 90 - NODOM- Fmax isomet 90	8,6900 0	12,21759	3,52691	,92732	16,45268	2,464	11	,031

Tabla 20: Prueba paramétrica T-Student. SPSS.

Prueba no paramétrica de Wilcoxon				
	NODOM-Fmax isoci 30 - DOM- Fmax isoci 30	NODOM-Fmax isoci 90 - DOM- Fmax isoci 90	NODOM-Fmax isoci 120 - DOM- Fmax isoci 120	NODOM-Fmax isomet 90 - DOM- Fmax isomet 90
Z	-2,669 <sup>b</sup>	-1,099 <sup>b</sup>	-2,516 <sup>b</sup>	-2,118 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,008	,272	,012	,034

Tabla 21: Prueba no paramétrica de Wilcoxon. SPSS.

Para determinar si hay cambios significativos en la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante según actividad física se crea la variable diferencia entre lado dominante y no dominante en cada una de las variables de fuerza máxima y se comprueba la normalidad de la muestra, como el tamaño de la muestra es menor a 30 sujetos nos fijaremos en la significación de la columna de Shapiro-Wilk (Tabla 22) en donde nos fijamos la muestra

se comporta de forma normal ya que el valor de la significancia es  $>0'05$  salvo en la actividad física baja que debido al bajo número de sujetos no se pueden dar datos de normalidad. Por lo que deberemos realizar tanto la prueba paramétrica de ANOVA de un factor como la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis debido a ese bajo número de sujetos.

Pruebas de normalidad							
	ACTIV. FISICA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA_DOM_NOD OM_30	BAJO	,260	2	.			
	MODERADO	,294	4	.	,851	4	,230
	ALTO	,219	6	,200*	,898	6	,361
DIFERENCIA_DOM_NOD OM_90	BAJO	,260	2	.			
	MODERADO	,304	4	.	,813	4	,127
	ALTO	,167	6	,200*	,932	6	,596
DIFERENCIA_DOM_NOD OM_120	BAJO	,260	2	.			
	MODERADO	,408	4	.	,737	4	,029
	ALTO	,293	6	,117	,832	6	,111
DIFERENCIA_DOM_NOD OM_ISOM	BAJO	,260	2	.			
	MODERADO	,288	4	.	,805	4	,111
	ALTO	,186	6	,200*	,900	6	,375

Tabla 22: Prueba de normalidad. SPSS.

Para ver si hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza según actividad física realizaremos la prueba paramétrica de ANOVA de un factor (Tabla 23) y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 24), en donde todas las variables dan un valor de significancia mayor a  $0'05$  por lo que no hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante según el nivel de actividad física en ambas pruebas y se aceptaría la hipótesis nula y no habría que realizar un análisis post-hoc.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIFERENCIA_DOM_NODO M_30	Entre grupos	328,667	2	164,333	,443	,655
	Dentro de grupos	3335,333	9	370,593		
	Total	3664,000	11			
DIFERENCIA_DOM_NODO M_90	Entre grupos	1321,417	2	660,708	2,307	,155
	Dentro de grupos	2577,500	9	286,389		
	Total	3898,917	11			
DIFERENCIA_DOM_NODO M_120	Entre grupos	60,417	2	30,208	,166	,849
	Dentro de grupos	1634,500	9	181,611		
	Total	1694,917	11			
DIFERENCIA_DOM_NODO M_ISOM	Entre grupos	278,482	2	139,241	,919	,433
	Dentro de grupos	1363,482	9	151,498		
	Total	1641,964	11			

Tabla 23: ANOVA de un factor. SPSS

Prueba de Kruskal Wallis				
	DIFERENCIA_DOM_ NODOM_30	DIFERENCIA_DOM_ NODOM_90	DIFERENCIA_DOM_ NODOM_120	DIFERENCIA_DOM_ NODOM_ISOM
H de Kruskal-Wallis	1,282	4,656	,661	1,154
gl	2	2	2	2
Sig. asintótica	,527	,097	,718	,562

Tabla 24: Prueba de Kruskal Wallis. SPSS.

Para determinar si hay cambios significativos en la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante según género se debe comprobar primero la normalidad de la muestra, como el tamaño de la muestra es inferior a 30 sujetos nos fijaremos en la significancia de la columna de Shapiro-Wilk, donde se observa que todas las variables tienen una significancia mayor a 0'05 y se comportan de forma normal salvo la variable de diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante en el isocinético a 120º/seg cuyo valor de la significancia es menor a 0'05 (Tabla 25).

Pruebas de normalidad							
	GENERO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA_DOM_NODO	HOMBRE	,152	9	,200*	,950	9	,689
M_30	MUJER	,253	3	.	,964	3	,637
DIFERENCIA_DOM_NODO	HOMBRE	,247	9	,121	,869	9	,121
M_90	MUJER	,372	3	.	,783	3	,073
DIFERENCIA_DOM_NODO	HOMBRE	,282	9	,038	,829	9	,044
M_120	MUJER	,300	3	.	,913	3	,430
DIFERENCIA_DOM_NODO	HOMBRE	,245	9	,127	,898	9	,242
M_ISOM	MUJER	,355	3	.	,820	3	,162

Tabla 25: Prueba normalidad. SPSS.

Una vez realizada la prueba de normalidad y debido al bajo número de sujetos en el estudio realizaremos tanto la prueba paramétrica de T-Student para muestras independientes donde se observan que no hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza entre sexos (Tabla 26); como la no paramétrica de U de Mann Whitney donde tampoco hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante según género (Tabla 27). Por lo que se acepta la hipótesis nula de cada una de las variables.

Prueba paramétrica T-Student para muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilatera l)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
DIFERENCIA_DOM_NODOM_30	Se asumen varianzas iguales	,209	,658	1,025	10	,329	12,44444	12,13911	-14,60318	39,49207
	No se asumen varianzas iguales			1,082	3,797	,343	12,44444	11,50295	-20,17738	45,06627
DIFERENCIA_DOM_NODOM_90	Se asumen varianzas iguales	2,829	,124	,400	10	,698	5,22222	13,05979	-23,87680	34,32124
	No se asumen varianzas iguales			,510	5,851	,629	5,22222	10,24394	-19,99917	30,44361
DIFERENCIA_DOM_NODOM_120	Se asumen varianzas iguales	,414	,535	-,038	10	,970	-,33333	8,67862	-19,67051	19,00385
	No se asumen varianzas iguales			-,034	2,866	,975	-,33333	9,94010	-32,81844	32,15177
DIFERENCIA_DOM_NODOM_I SOM	Se asumen varianzas iguales	,796	,393	2,051	10	,067	14,69778	7,16755	-1,27251	30,66806
	No se asumen varianzas iguales			1,714	2,731	,194	14,69778	8,57376	-14,17600	43,57156

Tabla 26: Prueba T-Student para muestras independientes. SPSS.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>				
	DIFERENCIA_DO M_NODOM_30	DIFERENCIA_DOM _NODOM_90	DIFERENCIA_DOM _NODOM_120	DIFERENCIA_DOM _NODOM_ISOM
U de Mann-Whitney	7,000	12,500	11,000	6,000
W de Wilcoxon	13,000	18,500	56,000	12,000
Z	-1,202	-,186	-,467	-1,387
Sig. asintótica(bilateral)	,229	,853	,640	,166
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,282 <sup>b</sup>	,864 <sup>b</sup>	,727 <sup>b</sup>	,209 <sup>b</sup>

Tabla 27: Prueba de U de Mann Whitney. SPSS.

## 6. Discusión

Tras realizar el análisis de los datos se puede concluir que no se han hallado diferencias significativas en la fuerza máxima entre el lado dominante y no dominante en la variable de fuerza máxima en el isocinético a 90 grados/segundo y si hay diferencias estadísticamente significativas en el resto de las variables de fuerza máxima en isocinético a 30 y 120 grados/segundo e isométrico a 90 grados de flexión de codo. Como sucede en el estudio de Kerschbaum et. al. (22) donde no hallan diferencias significativas entre lado dominante y no dominante en el isométrico a 90 grados de flexión de codo.

Se ha hallado en el isocinético a 90 grados/segundo que el porcentaje de diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante es superior al 10%, mientras que en el resto de las variables es menor al 10%, datos que estarían en la línea de la evidencia encontrada de ser normales hallar diferencias de fuerza entre lado dominante y no dominante inferiores al 10% y levemente anormales las diferencias de fuerza que están entre un 10-15% y podrían favorecer la aparición de una lesión (1,2,8,9,15,21).

En la diferencia de fuerza según actividad física se observa en todas las variables que no hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante según el nivel de actividad física. El estudio realizado por Weissland et. al. (17) tampoco determina diferencias estadísticamente significativas en la fuerza en niveles altos de actividad en jugadores de baloncesto.

Teniendo en cuenta la diferencia de fuerza según sexo se observa en todas las variables que no hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza máxima entre lado dominante y no dominante según sexos. Lo mismo resultó en el estudio de Kerschbaum et. al. (22) en el isométrico a 90 grados de flexión.

Aunque se deben mencionar los estudios encontrados sobre deportes unilaterales donde comprueban que si hay diferencias significativas en la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante y según sexos, valorando la articulación del hombro (8,9,12,14). Así como en deportes bilaterales como en la natación se hayan diferencias significativas en la

fuerza del hombro según sexos, pero no hay diferencias estadísticamente significativas según dominancia, como halla McLaine et al. (20) en su estudio. Otros estudios como el de Weissland et. al. (17) sí determinan diferencias de fuerza estadísticamente significativas en la rotación externa del hombro en jugadores de baloncesto a altas velocidades en el lado dominante. Así como otros estudios que analizan la diferencia de fuerza en la presión de mano donde también se hayan diferencias de fuerza según dominancia y sexo (5,7).

En el análisis descriptivo observamos, a pesar de que los datos no son significativos, que hay una tendencia a que la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante sea menor cuanto más actividad física realice el sujeto. En vista a los datos obtenidos la realización de futuros estudios con el tamaño muestral adecuado podrían confirmar esta tendencia.

## **7. Limitaciones del estudio**

- El tamaño de la muestra es más reducido debido a tratarse de un estudio piloto.
- Debido a la situación generada por el COVID-19 los márgenes de tiempo para conseguir muestras y la cantidad de gente disponible se ha visto limitada.
- No se aleatoriza por qué lado se comienza la medición, lo cual podría favorecer al lado no dominante.

## 8. Conclusiones

Atendiendo al objetivo de la diferencia de fuerza entre lado dominante y no dominante:

- Podemos concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima en el isocinético a 30 y 120 grados/segundo, así como en el isométrico a 90 grados de flexión de codo entre el lado dominante y no dominante, al igual que no se hallan diferencias estadísticamente significativas en el isocinético a 90 grados/segundo.

Respecto al objetivo de la diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante según el nivel de actividad física:

- Se concluye que no hay diferencias estadísticamente significativas con ninguna de las variables estudiadas.

Respecto al objetivo de la diferencia de fuerza entre el lado dominante y no dominante según el género:

- Se concluye que no hay diferencias estadísticamente significativas con ninguna de las variables estudiadas.

Futuros estudios con un mayor tamaño muestral pueden arrojar más luz sobre la diferencia de fuerza según dominancia según actividad física y género.

## 9. Referencias

- (1) Abdelmohsen AM. Leg Dominance Effect on Isokinetic Muscle Strength of Hip Joint. *J Chiropr Med* 2019 Mar;18(1):27-32.
- (2) Iglesias-Soler E, Mayo X, Dopico X, Fernández-Del-Olmo M, Carballeira E, Fariñas J, et al. Effects of bilateral and non-dominant practices on the lateral preference in judo matches. *Journal of Sports Sciences* 2018 Jan;36(1):111-115.
- (3) Sander MM, Scheffler C. Bilateral asymmetry in left handers increased concerning morphological laterality in a recent sample of young adults. *Anthropol Anz* 2016 Nov 01;;73(4):335-342.
- (4) Mayo X, Iglesias-Soler E, Dopico-Calvo X. Both Unopposed and Opposed Judo Tasks are Suitable for Analyzing Changes in Lateral Preference. *Journal of Sports Science & Medicine* 2019 06;18(2):295-300.
- (5) Lo VE, Chiu Y, Tu H, Liu C, Yu C. A Pilot Study of Five Types of Maximum Hand Strength among Manufacturing Industry Workers in Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019 11 27;;16(23).
- (6) Shiri R, Varonen H, Heliövaara M, Viikari-Juntura E. Hand dominance in upper extremity musculoskeletal disorders. *The Journal of Rheumatology* 2007 May;34(5):1076-1082.
- (7) Wang Y, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2018 09;48(9):685-693.
- (8) Tasiopoulos I, Nikolaidis PT, Tripolitsioti A, Stergioulas A, Rosemann T, Knechtle B. Isokinetic Characteristics of Amateur Boxer Athletes. *Front Physiol* 2018;9:1597.
- (9) Marcondes FB, Castropil W, Schor B, Miana A, Vasconcelos R, Etchebehere M. Shoulder isokinetic performance in healthy professional judo athletes: normative data. *Acta Ortop Bras* 2019 Nov-Dec;27(6):308-312.
- (10) Beck TW, Ye X, Wages NP. Differential Effects of Unilateral Concentric Vs. Eccentric Exercise on the Dominant and Nondominant Forearm Flexors. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2016 Mar;30(3):703-709.
- (11) Rogowski I, Creveaux T, Genevois C, Klouche S, Rahme M, Hardy P. Upper limb joint muscle/tendon injury and anthropometric adaptations in French competitive tennis players. *Eur J Sport Sci* 2016;16(4):483-489.
- (12) Gillet B, Begon M, Sevrez V, Berger-Vachon C, Rogowski I. Adaptive Alterations in Shoulder Range of Motion and Strength in Young Tennis Players. *Journal of Athletic Training* 2017 Feb;52(2):137-144.

- (13) Zemková E, Poór O, Jeleň M. Between-side differences in trunk rotational power in athletes trained in asymmetric sports. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2019;32(4):529-537.
- (14) Chen TL, Wong DW, Wang Y, Ren S, Yan F, Zhang M. Biomechanics of fencing sport: A scoping review. *PLoS One* 2017;12(2):e0171578.
- (15) Lanshammar K, Ribom EL. Differences in muscle strength in dominant and non-dominant leg in females aged 20-39 years--a population-based study. *Phys Ther Sport* 2011 May;12(2):76-79.
- (16) Arevalo JA, Lynn SK, Bagley JR, Brown LE, Costa PB, Galpin AJ. Lower-Limb Dominance, Performance, and Fiber Type in Resistance-trained Men. *Med Sci Sports Exerc* 2018 05;50(5):1054-1060.
- (17) Weissland T, Cozette M, Doyle C, Gabrion A. Are there bilateral isokinetic shoulder rotator differences in basketball male players? *J Sports Med Phys Fitness* 2018 Dec;58(12):1768-1773.
- (18) Cools AMJ, Vanderstukken F, Vereecken F, Duprez M, Heyman K, Goethals N, et al. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016 Dec;24(12):3838-3847.
- (19) Song J, Park J, Lee C, Eun D, Jang J, Lee H, et al. Analysis of ipsilateral and bilateral ratios in male amateur golfers. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2016 Apr;12(2):99-108.
- (20) McLaine SJ, Ginn KA, Fell JW, Bird M. Isometric shoulder strength in young swimmers. *J Sci Med Sport* 2018 Jan;21(1):35-39.
- (21) Aktug ZB. Do the exercises performed with a theraband have an effect on knee muscle strength balances? *J Back Musculoskelet Rehabil* 2020;33(1):65-71.
- (22) Kerschbaum M, Maziak N, Böhm E, Scheibel M. Elbow flexion and forearm supination strength in a healthy population. *J Shoulder Elbow Surg* 2017 Sep;26(9):1616-1619.
- (23) Roberts-Clarke D, Fornusek C, Fiatarone Singh MA, Burns J, Hackett DA. Examining hand dominance using dynamometric grip strength testing as evidence for overwork weakness in Charcot-Marie-Tooth disease: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation* 2016 Sep;39(3):189-196.
- (24) Oyeyemi AL, Oyeyemi AY, Adegoke BO, Oyetoke FO, Aliyu HN, Aliyu SU, et al. The Short International Physical Activity Questionnaire: cross-cultural adaptation, validation and reliability of the Hausa language version in Nigeria. *BMC medical research methodology* 2011 Nov 22;11:156.

- (25) Tierney M, Fraser A, Kennedy N. Criterion validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF) for use in patients with rheumatoid arthritis: comparison with the SenseWear Armband. *Physiotherapy* 2015 Jun;101(2):193-197.
- (26) Román Viñas B, Ribas Barba L, Ngo J, Serra Majem L. [Validity of the international physical activity questionnaire in the Catalan population (Spain)]. *Gaceta Sanitaria* 2013 May-Jun;27(3):254-257.
- (27) Jones V. Conservative management of the post-traumatic stiff elbow: a physiotherapist's perspective. *Shoulder & Elbow* 2016 Apr;8(2):134-141.
- (28) Törpel A, Becker T, Thiers A, Hamacher D, Schega L. Intersession Reliability of Isokinetic Strength Testing in Knee and Elbow Extension and Flexion Using the BTE PrimusRS. *J Sport Rehabil* 2017 07 01;26(4).
- (29) Wang X, Tao X, So RCH, Shu L, Yang B, Li Y. Monitoring elbow isometric contraction by novel wearable fabric sensing device. *Smart Mater Struct* 2016 November;25(12):125022.
- (30) Wang X, Tao X, So RCH. A Bio-mechanical Model for Elbow Isokinetic and Isotonic Flexions. *Scientific Reports* 2017 08 21;7(1):8919.
- (31) Suda AJ, Prajitno J, Grützner PA, Tinelli M. Good isometric and isokinetic power restoration after distal biceps tendon repair with anchors. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2017 Jul;137(7):939-944.
- (32) Axelsson P, Fredrikson P, Nilsson A, Andersson JK, Kärrholm J. Forearm Torque and Lifting Strength: Normative Data. *The Journal of Hand Surgery* 2018 07;43(7):677.e1-677.e17.

## 10. Anexos

### ANEXO I – Resultados calculadora GRANMO

15/11/2020

Calculadora

#### Calculadora de Tamaño muestral GRANMO

Versión 7.12 Abril 2012

##### Medias : Medias apareadas (repetidas en un grupo)

###### 15/11/2020 11:15:01 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 254 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 8.69 unidades. Se asume una desviación estándar de 46.83. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

###### 15/11/2020 11:13:54 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 83 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 12.42 unidades. Se asume una desviación estándar de 38.218. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

###### 15/11/2020 11:12:15 Medias apareadas (repetidas en un grupo) (Medias)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 53 sujetos para detectar una diferencia igual o superior al 18 unidades. Se asume una desviación estándar de 44.362. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

Desarrollado por: Jaume Marrugat  
Mantenido por: Joan Vila  
Adaptación web: Antaviana

Los autores no se hacen responsables  
de las consecuencias de su uso.

Program of Research in Inflammatory and  
Cardiovascular Disorders

Institut Municipal d'Investigació Mèdica,  
Barcelona, Spain



## ANEXO II – Cuestionario sobre actividad física (IPAQ)

### CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa → **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada → **Pase a la pregunta 5**

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

\_\_\_\_\_ días por semana

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permanenció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)



# **Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)**

## **– Short and Long Forms**

**November 2005**

### **Contents**

1. Introduction
  2. Uses of IPAQ Instruments
  3. Summary Characteristics of Short and Long Forms
  4. Overview of Continuous and Categorical Analyses of IPAQ
  5. Protocol for Short Form
  6. Protocol for Long Form
  7. Data Processing Rules
  8. Summary Algorithms
- 
- Appendix 1. At A Glance IPAQ Scoring Protocol – Short Forms  
Appendix 2. At A Glance IPAQ Scoring Protocol – Long Forms

## 1. Introduction

This document describes recommended methods of scoring the data derived from the telephone / interview administered and self-administered IPAQ short and long form instruments. The methods outlined provide a revision to earlier scoring protocols for the IPAQ short form and provide for the first time a comparable scoring method for IPAQ long form. Latest versions of IPAQ instruments are available from [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se).

Although there are many different ways to analyse physical activity data, to date there is no formal consensus on a 'correct' method for defining or describing levels of physical activity based on self-report population surveys. The use of different scoring protocols makes it very difficult to compare within and between countries, even when the same instrument has been used. Use of these scoring methods will enhance the comparability between surveys, provided identical sampling and survey methods have been used.

## 2. Uses of IPAQ Instruments

IPAQ short form is an instrument designed primarily for population surveillance of physical activity among adults. It has been developed and tested for use in adults (age range of 15-69 years) and until further development and testing is undertaken the use of IPAQ with older and younger age groups is not recommended.

IPAQ short and long forms are sometimes being used as an evaluation tool in intervention studies, but this was not the intended purpose of IPAQ. Users should carefully note the range of domains and types of activities included in IPAQ before using it in this context. Use as an outcome measure in small scale intervention studies is not recommended.

## 3. Summary Characteristics of IPAQ Short and Long Forms

1. IPAQ assesses physical activity undertaken across a comprehensive set of domains including:
  - a. leisure time physical activity
  - b. domestic and gardening (yard) activities
  - c. work-related physical activity
  - d. transport-related physical activity;
2. The IPAQ **short** form asks about three specific types of activity undertaken in the four domains introduced above. The specific types of activity that are assessed are walking, moderate-intensity activities and vigorous-intensity activities.
3. The items in the **short** IPAQ form were structured to provide separate scores on walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activity. Computation of the total score for the short form requires summation of the duration (in minutes) and frequency (days) of walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activities. Domain specific estimates cannot be estimated.

4. The IPAQ **long** form asks details about the specific types of activities undertaken within each of the four domains. Examples include walking for transportation and moderate-intensity leisure-time activity.
5. The items in the **long** IPAQ form were structured to provide separate domain specific scores for walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activity within each of the work, transportation, domestic chores and gardening (yard) and leisure-time domains. Computation of the total scores for the long form requires summation of the duration (in minutes) and frequency (days) for all the types of activities in all domains. Domain specific scores or activity specific sub-scores may be calculated. Domain specific scores require summation of the scores for walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activities within the specific domain, whereas activity-specific scores require summation of the scores for the specific type of activity across domains.

#### **4. Overview of Continuous and Categorical Analyses of IPAQ**

Both categorical and continuous indicators of physical activity are possible from both IPAQ forms. However, given the non-normal distribution of energy expenditure in many populations, it is suggested that the continuous indicator be presented as median minutes/week or median MET–minutes/week rather than means (such as mean minutes/week or mean MET–minutes/week).

##### **4.1 Continuous Variables**

Data collected with IPAQ can be reported as a continuous measure. One measure of the volume of activity can be computed by weighting each type of activity by its energy requirements defined in METs to yield a score in MET–minutes. METs are multiples of the resting metabolic rate and a MET-minute is computed by multiplying the MET score of an activity by the minutes performed. MET-minute scores are equivalent to kilocalories for a 60 kilogram person. Kilocalories may be computed from MET-minutes using the following equation: MET-min x (weight in kilograms/60 kilograms). MET-minutes/day or MET-minutes/week can be presented although the latter is more frequently used and is thus suggested.

Details for the computation for summary variables from IPAQ short and long forms are detailed below. As there are no established thresholds for presenting MET-minutes, the IPAQ Research Committee propose that these data are reported as comparisons of median values and interquartile ranges for different populations.

##### **4.2 Categorical Variable: Rationale for Cut Point Values**

There are three levels of physical activity proposed to classify populations:

1. Low
2. Moderate
3. High

The algorithms for the short and long forms are defined in more detail in Sections 5.3 and 6.3, respectively. Rules for data cleaning and processing prior to computing the algorithms appear in Section 7.

Regular participation is a key concept included in current public health guidelines for physical activity.<sup>1</sup> Therefore, both the total volume and the number of days/sessions are included in the IPAQ analysis algorithms.

The criteria for these levels have been set taking into account that IPAQ asks questions in all domains of daily life, resulting in higher median MET-minutes estimates than would have been estimated from leisure-time participation alone. The criteria for these three levels are shown below.

Given that measures such as IPAQ assess total physical activity in all domains, the "leisure time physical activity" based public health recommendation of 30 minutes on most days will be achieved by most adults in a population. Although widely accepted as a goal, in absolute terms 30 minutes of moderate-intensity activity is low and broadly equivalent to the background or basal levels of activity adult individuals would accumulate in a day. Therefore a new, higher cutpoint is needed to describe the levels of physical activity associated with health benefits for measures such as IPAQ, which report on a broad range of domains of physical activity.

### 'High'

This category was developed to describe higher levels of participation. Although it is known that greater health benefits are associated with increased levels of activity there is no consensus on the exact amount of activity for maximal benefit. In the absence of any established criteria, the IPAQ Research Committee proposes a measure which equates to approximately at least one hour per day or more, of at least moderate-intensity activity above the basal level of physical activity. Considering that basal activity may be considered to be equivalent to approximately 5000 steps per day, it is proposed that "high active" category be considered as those who move at least 12,500 steps per day, or the equivalent in moderate and vigorous activities. This represents at least an hour more moderate-intensity activity over and above the basal level of activity, or half an hour of vigorous-intensity activity over and above basal levels daily. These calculations were based on emerging results of pedometers studies.<sup>2</sup>

This category provides a higher threshold of measures of total physical activity and is a useful mechanism to distinguish variation in population groups. Also it could be used to set population targets for health-enhancing physical activity when multi-domain instruments, such as IPAQ are used.

---

<sup>1</sup> Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of American Medical Association* 1995; 273(5):402-7. and U.S. Department of Health and Human Services. *Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, The Presidents' Council on Physical Fitness and Sports: Atlanta, GA-USA. 1996.

<sup>2</sup> Tudor-Locke C, Bassett DR Jr. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med.* 2004;34(1):1-8.

### 'Moderate'

This category is defined as doing some activity, more than the low active category. It is proposed that it is a level of activity equivalent to "half an hour of at least moderate-intensity PA on most days", the former leisure time-based physical activity population health recommendation.

### 'Low'

This category is simply defined as not meeting any of the criteria for either of the previous categories.

## **5. Protocol for IPAQ Short Form**

### **5.1 Continuous Scores**

Median values and interquartile ranges can be computed for walking (W), moderate-intensity activities (M), vigorous-intensity activities (V) and a combined total physical activity score. All continuous scores are expressed in MET-minutes/week as defined below.

### **5.2 MET Values and Formula for Computation of MET-minutes/week**

The selected MET values were derived from work undertaken during the IPAQ Reliability Study undertaken in 2000-2001<sup>3</sup>. Using the Ainsworth et al. Compendium (*Med Sci Sports Med* 2000) an average MET score was derived for each type of activity. For example; all types of walking were included and an average MET value for walking was created. The same procedure was undertaken for moderate-intensity activities and vigorous-intensity activities. The following values continue to be used for the analysis of IPAQ data: Walking = 3.3 METs, Moderate PA = 4.0 METs and Vigorous PA = 8.0 METs. Using these values, four continuous scores are defined:

Walking MET-minutes/week = 3.3 \* walking minutes \* walking days  
Moderate MET-minutes/week = 4.0 \* moderate-intensity activity minutes \* moderate days  
Vigorous MET-minutes/week = 8.0 \* vigorous-intensity activity minutes \* vigorous-intensity days  
Total physical activity MET-minutes/week = sum of Walking + Moderate + Vigorous MET-minutes/week scores.

### **5.3 Categorical Score**

#### **Category 1 Low**

This is the lowest level of physical activity. Those individuals who not meet criteria for Categories 2 or 3 are considered to have a 'low' physical activity level.

<sup>3</sup> Craig CL, Marshall A, Sjostrom M et al. International Physical Activity Questionnaire: 12 country reliability and validity *Med Sci Sports Exerc* 2003;August

## **Category 2 Moderate**

The pattern of activity to be classified as 'moderate' is either of the following criteria:

- a) 3 or more days of vigorous-intensity activity of at least 20 minutes per day
- OR**
- b) 5 or more days of moderate-intensity activity and/or walking of at least 30 minutes per day
- OR**
- c) 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous intensity activities achieving a minimum Total physical activity of at least 600 MET-minutes/week.

Individuals meeting at least one of the above criteria would be defined as accumulating a minimum level of activity and therefore be classified as 'moderate'. See Section 7.5 for information about combining days across categories.

## **Category 3 High**

A separate category labelled 'high' can be computed to describe higher levels of participation.

The two criteria for classification as 'high' are:

- a) vigorous-intensity activity on at least 3 days achieving a minimum Total physical activity of at least 1500 MET-minutes/week
- OR**
- b) 7 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum Total physical activity of at least 3000 MET-minutes/week.

See Section 7.5 for information about combining days across categories.

## **5.4 Sitting Question in IPAQ Short Form**

The IPAQ sitting question is an additional indicator variable of time spent in sedentary activity and is not included as part of any summary score of physical activity. Data on sitting should be reported as median values and interquartile ranges. To-date there are few data on sedentary (sitting) behaviours and no well-accepted thresholds for data presented as categorical levels.

## **6. Protocol for IPAQ Long Form**

The long form of IPAQ asks in detail about walking, moderate-intensity and vigorous-intensity physical activity in each of the four domains. Note: asking more detailed questions regarding physical activity within domains is likely to produce higher prevalence estimates than the more generic IPAQ short form.

## 6.1 Continuous Score

Data collected with the IPAQ long form can be reported as a continuous measure and reported as median MET-minutes. Median values and interquartile ranges can be computed for walking (W), moderate-intensity activities (M), and vigorous-intensity activities (V) within each domain using the formulas below. Total scores may also be calculated for walking (W), moderate-intensity activities (M), and vigorous-intensity activities (V); for each domain (work, transport, domestic and garden, and leisure) and for an overall grand total.

## 6.2 MET Values and Formula for Computation of MET-minutes

### Work Domain

Walking MET-minutes/week at work =  $3.3 * \text{walking minutes} * \text{walking days at work}$

Moderate MET-minutes/week at work=  $4.0 * \text{moderate-intensity activity minutes} * \text{moderate-intensity days at work}$

Vigorous MET-minutes/week at work=  $8.0 * \text{vigorous-intensity activity minutes} * \text{vigorous-intensity days at work}$

Total Work MET-minutes/week =sum of Walking + Moderate + Vigorous MET-minutes/week scores at work.

### Active Transportation Domain

Walking MET-minutes/week for transport=  $3.3 * \text{walking minutes} * \text{walking days for transportation}$

Cycle MET-minutes/week for transport=  $6.0 * \text{cycling minutes} * \text{cycle days for transportation}$

Total Transport MET-minutes/week = sum of Walking + Cycling MET-minutes/week scores for transportation.

### Domestic and Garden [Yard Work] Domain

Vigorous MET-minutes/week yard chores=  $5.5 * \text{vigorous-intensity activity minutes} * \text{vigorous-intensity days doing yard work}$  (Note: the MET value of 5.5 indicates that vigorous garden/yard work should be considered a moderate-intensity activity for scoring and computing total moderate intensity activities.)

Moderate MET-minutes/week yard chores=  $4.0 * \text{moderate-intensity activity minutes} * \text{moderate-intensity days doing yard work}$

Moderate MET-minutes/week inside chores=  $3.0 * \text{moderate-intensity activity minutes} * \text{moderate-intensity days doing inside chores}$ .

Total Domestic and Garden MET-minutes/week =sum of Vigorous yard + Moderate yard + Moderate inside chores MET-minutes/week scores.

### Leisure-Time Domain

Walking MET-minutes/week leisure =  $3.3 * \text{walking minutes} * \text{walking days in leisure}$

Moderate MET-minutes/week leisure =  $4.0 * \text{moderate-intensity activity minutes} * \text{moderate-intensity days in leisure}$

Vigorous MET-minutes/week leisure =  $8.0 * \text{vigorous-intensity activity minutes} * \text{vigorous-intensity days in leisure}$

Total Leisure-Time MET-minutes/week = sum of Walking + Moderate + Vigorous MET-minutes/week scores in leisure.

### **Total Scores for all Walking, Moderate and Vigorous Physical Activities**

Total Walking MET-minutes/week = Walking MET-minutes/week (at Work + for Transport + in Leisure)

Total Moderate MET-minutes/week total = Moderate MET-minutes/week (at Work + Yard chores + inside chores + in Leisure time) + Cycling Met-minutes/week for Transport + Vigorous Yard chores MET-minutes/week

Total Vigorous MET-minutes/week = Vigorous MET-minutes/week (at Work + in Leisure)

**Note:** Cycling MET value and Vigorous garden/yard work MET value fall within the coding range of moderate-intensity activities.

### **Total Physical Activity Scores**

An overall total physical activity MET-minutes/week score can be computed as:

Total physical activity MET-minutes/week = sum of Total (Walking + Moderate + Vigorous) MET-minutes/week scores.

This is equivalent to computing:

Total physical activity MET-minutes/week = sum of Total Work + Total Transport + Total Domestic and Garden + Total Leisure-Time MET-minutes/week scores.

As there are no established thresholds for presenting MET-minutes, the IPAQ Research Committee proposes that these data are reported as comparisons of median values and interquartile ranges for different populations.

## **6.3 Categorical Score**

As noted earlier, regular participation is a key concept included in current public health guidelines for physical activity.<sup>4</sup> Therefore, both the total volume and the number of day/sessions are included in the IPAQ analysis algorithms. There are three levels of physical activity proposed to classify populations – 'low', 'moderate', and 'high'. The criteria for these levels are the same as for the IPAQ short [described earlier in Section 4.2]

### **Category 1 Low**

This is the lowest level of physical activity. Those individuals who not meet criteria for Categories 2 or 3 are considered 'low'.

### **Category 2 Moderate**

The pattern of activity to be classified as 'moderate' is either of the following criteria:

d) 3 or more days of vigorous-intensity activity of at least 20 minutes per day

OR

e) 5 or more days of moderate-intensity activity and/or walking of at least 30 minutes per day

OR

<sup>4</sup> Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Maera CA, Bouchard C et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of American Medical Association* 1995; 273(5):402-7. and U.S. Department of Health and Human Services. *Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, The Presidents' Council on Physical Fitness and Sports: Atlanta, GA:USA. 1996.

- f) 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum Total physical activity of at least 600 MET-minutes/week.

Individuals meeting at least one of the above criteria would be defined as accumulating a moderate level of activity. See Section 7.5 for information about combining days across categories.

### Category 3 High

A separate category labelled 'high' can be computed to describe higher levels of participation.

The two criteria for classification as 'high' are:

- a) vigorous-intensity activity on at least 3 days achieving a minimum Total physical activity of at least 1500 MET-minutes/week
- OR**
- b) 7 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum Total physical activity of at least 3000 MET-minutes/week.

See Section 7.5 for information about combining days across categories.

## 6.4 IPAQ Sitting Question IPAQ Long Form

The IPAQ sitting question is an additional indicator variable and is not included as part of any summary score of physical activity. To-date there are few data on sedentary (sitting) behaviours and no well-accepted thresholds for data presented as categorical levels. For the sitting question 'Minutes' is used as the indicator to reflect time spent in sitting rather than MET-minutes which would suggest an estimate of energy expenditure.

IPAQ long assesses an estimate of sitting on a typical weekday, weekend day and time spent sitting during travel (see transport domain questions).

### Summary sitting variables include

Sitting Total Minutes/week = weekday sitting minutes\* 5 weekdays + weekend day sitting minutes\* 2 weekend days

Average Sitting Total Minutes/day = (weekday sitting minutes\* 5 weekdays + weekend day sitting minutes\* 2 weekend days) / 7

**Note:** The above calculation of 'Sitting Total' excludes time spent sitting during travel because the introduction in IPAQ long directs the responder to NOT include this component as it would have already been captured under the Transport section. If a summary sitting variable including time spent sitting for transport is required, it should be calculated by adding the time reported (travelling in a motor vehicle) under transport to the above formula. Care should be taken in reporting these alternate data to clearly distinguish the 'total sitting' variable from a 'total sitting – including transport' variable.

## 7. Data Processing Rules

In addition to a standardized approach to computing categorical and continuous measures of physical activity, it is necessary to undertake standard methods for the cleaning and treatment of IPAQ datasets. The use of different approaches and rules would introduce variability and reduce the comparability of data.

There are no established rules for data cleaning and processing on physical activity. Thus, to allow more accurate comparisons across studies IPAQ Research Committee has established and recommends the following guidelines:

### 7.1 Data Cleaning

- I. Any responses to duration (time) provided in the hours and minutes response option should be converted from hours and minutes into minutes.
- II. To ensure that responses in 'minutes' were not entered in the 'hours' column by mistake during self-completion or during data entry process, values of '15', '30', '45', '60' and '90' in the 'hours' column should be converted to '15', '30', '45', '60' and '90' minutes, respectively, in the minutes column.
- III. In some cases duration (time) will be reported as weekly (not daily) e.g., VWHRS, VWMINS. These data should be converted into an average daily time by dividing by 7.
- IV. If 'don't know' or 'refused' or data are missing for time or days then that case is removed from analysis.

**Note:** Both the number of days *and* daily time are required for the creation of categorical and continuous summary variables

### 7.2 Maximum Values for Excluding Outliers

This rule is to exclude data which are unreasonably high; these data are to be considered outliers and thus are excluded from analysis. All cases in which the sum total of all Walking, Moderate and Vigorous time variables is greater than 960 minutes (16 hours) should be excluded from the analysis. This assumes that on average an individual of 8 hours per day is spent sleeping.

The 'days' variables can take the range 0-7 days, or 8, 9 (don't know or refused); values greater than 9 should not be allowed and those cases excluded from analysis.

### 7.3 Minimum Values for Duration of Activity

Only values of 10 or more minutes of activity should be included in the calculation of summary scores. The rationale being that the scientific evidence indicates that episodes or bouts of at least 10 minutes are required to achieve health benefits. Responses of less than 10 minutes [and their associated days] should be re-coded to 'zero'.

#### **7.4 Truncation of Data Rules**

This rule attempts to normalize the distribution of levels of activity which are usually skewed in national or large population data sets.

In IPAQ short - it is recommended that all Walking, Moderate and Vigorous time variables exceeding '3 hours' or '180 minutes' are truncated (that is re-coded) to be equal to '180 minutes' in a new variable. This rule permits a maximum of 21 hours of activity in a week to be reported for each category (3 hours \* 7 days).

In IPAQ long – the truncation process is more complicated, but to be consistent with the approach for IPAQ short requires that the variables total Walking, total Moderate-intensity and total Vigorous-intensity activity are calculated and then, for each of these summed behaviours, the total value should be truncated to 3 hours (180 minutes).

When analysing the data as categorical variable or presenting median and interquartile ranges of the MET-minute scores, the application of the truncation rule will not affect the results. This rule does have the important effect of preventing misclassification in the 'high' category. For example, an individual who reports walking for 10 minutes on 6 days and 12 hours of moderate activity on one day could be coded as 'high' because this pattern meets the '7 day' and "3000 MET-min" criteria for 'high'. However, this uncommon pattern of activity is unlikely to yield the health benefits that the 'high' category is intended to represent.

Although using median is recommended due to the skewed distribution of scores, if IPAQ data are analysed and presented as a continuous variable using mean values, the application of the truncation rule will produce slightly lower mean values than would otherwise be obtained.

#### **7.5 Calculating MET-minute/week Scores**

Data processing rules 7.2, 7.3, and 7.4 deals first with excluding outlier data, then secondly, with recoding minimum values and then finally dealing with high values. These rules will ensure that highly active people remain classified as 'high', while decreasing the chances that less active individuals are misclassified and coded as 'high'.

Using the resulting variables, convert time and days to MET-minute/week scores [see above Sections 5.2 and 6.2; METS x days x daily time].

#### **7.6 Calculating Total Days for Presenting Categorical Data on Moderate and High Levels**

Presenting IPAQ data using categorical variables requires the total number of 'days' on which all physical activity was undertaken to be assessed. This is difficult because frequency in 'days' is asked separately for walking, moderate-intensity and vigorous-intensity activities, thus allowing the total number of 'days' to range from a minimum

of 0 to a maximum of 21 'days' per week in IPAQ short and higher in IPAQ long. The IPAQ instrument does not record if different types of activity are undertaken on the same day.

In calculating 'moderately active', the primary requirement is to identify those individuals who undertake activity on at least 5 days/week [see Sections 4.2 and 5.3]. Individuals who meet this criterion should be coded in a new variable called "*at least five days*" and this variable should be used to identify those meeting criterion b) at least 30 minutes of moderate-intensity activity and/or walking; and those meeting criterion c) any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum of 600 MET-minutes/week.

Below are two examples showing this coding in practice:

- i) an individual who reports '2 days of moderate-intensity' and '3 days of walking' should be coded as a value indicating "*at least five days*";
- ii) an individual reporting '2 days of vigorous-intensity', '2 days of moderate-intensity' and '2 days of walking' should be coded as a value to indicate "*at least five days*" [even though the actual total is 6].

The original frequency of 'days' for each type of activity should remain in the data file for use in the other calculations.

The same approach as described above is used to calculate total days for computing the 'high' category. The primary requirement according to the stated criteria is to identify those individuals who undertake a combination of walking, moderate-intensity and or vigorous-intensity activity on at least 7 days/week [See section 4.2]. Individuals who meet this criterion should be coded as a value in a new variable to reflect "*at least 7 days*".

Below are two examples showing this coding in practice:

- i) an individual who reports '4 days of moderate-intensity' and '3 days of walking' should be coded as the new variable "*at least 7 days*".
- ii) an individual reporting '3 days of vigorous-intensity', '3 days moderate-intensity' and '3 days walking' should be coded as "*at least 7 days*" [even though the total adds to 9].

## **8. Summary algorithms**

The algorithms in Appendix 1 and Appendix 2 to this document show how these rules work in an analysis plan, to develop the categories 1 [Low], 2 [Moderate], and 3 [High] levels of activity.

**IPAQ Research Committee  
November 2005**

## APPENDIX 1

### At A Glance IPAQ Scoring Protocol (Short Forms)

#### Continuous Score

Expressed as MET-min per week: MET level x minutes of activity/day x days per week

*Sample Calculation*

MET levels	MET-minutes/week for 30 min/day, 5 days
Walking = 3.3 METs	$3.3 \times 30 \times 5 = 495$ MET-minutes/week
Moderate Intensity = 4.0 METs	$4.0 \times 30 \times 5 = 600$ MET-minutes/week
Vigorous Intensity = 8.0 METs	$8.0 \times 30 \times 5 = 1,200$ MET-minutes/week
	<hr/> TOTAL = 2,295 MET-minutes/week

Total MET-minutes/week = Walk (METs\*min\*days) + Mod (METs\*min\*days) + Vig (METs\*min\*days)

#### Categorical Score- three levels of physical activity are proposed

1. Low

- No activity is reported **OR**
- Some activity is reported but not enough to meet Categories 2 or 3.

2. Moderate

Either of the following 3 criteria

- 3 or more days of vigorous activity of at least 20 minutes per day **OR**
- 5 or more days of moderate-intensity activity and/or walking of at least 30 minutes per day **OR**
- 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum of at least 600 MET-minutes/week.

3. High

Any one of the following 2 criteria

- Vigorous-intensity activity on at least 3 days and accumulating at least 1500 MET-minutes/week **OR**
- 7 or more days of any combination of walking, moderate- or vigorous-intensity activities accumulating at least 3000 MET-minutes/week

Please review the full document "Guidelines for the data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire" for more detailed description of IPAQ analysis and recommendations for data cleaning and processing [[www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)].

## APPENDIX 2

### At A Glance IPAQ Scoring Protocol (Long Forms)

#### Continuous Score

Expressed as MET-minutes per week: MET level x minutes of activity/day x days per week

#### Sample Calculation

MET levels	MET-minutes/week for 30 min/day, 5 days
Walking at work= 3.3 METs	$3.3 \times 30 \times 5 = 495$ MET-minutes/week
Cycling for transportation= 6.0 METs	$6.0 \times 30 \times 5 = 900$ MET-minutes/week
Moderate yard work= 4.0 METs	$4.0 \times 30 \times 5 = 600$ MET-minutes/week
Vigorous intensity in leisure= 8.0 METs	$8.0 \times 30 \times 5 = 1,200$ MET-minutes/week
	<hr/>
	TOTAL = 3,195 MET-minutes/week

#### Domain Sub Scores

Total MET-minutes/week at **work** = Walk (METs\*min\*days) + Mod (METs\*min\*days) + Vig (METs\*min\*days) at work

Total MET-minutes/week for **transportation** = Walk (METs\*min\*days) + Cycle (METs\*min\*days) for transportation

Total MET-minutes/week from **domestic and garden** = Vig (METs\*min\*days) yard work + Mod (METs\*min\*days) yard work + Mod (METs\*min\*days) inside chores

Total MET-minutes/week in **leisure-time** = Walk (METs\*min\*days) + Mod (METs\*min\*days) + Vig (METs\*min\*days) in leisure-time

#### Walking, Moderate-Intensity and Vigorous-Intensity Sub Scores

Total **Walking** MET-minutes/week = Walk MET-minutes/week (at Work + for Transport + in Leisure)

Total **Moderate** MET-minutes/week = Cycle MET-minutes/week for Transport + Mod MET-minutes/week (Work + Yard chores + Inside chores + Leisure) + Vigorous Yard chores MET-minutes

**Note:** The above is a total moderate activities only score. If you require a total of all moderate-intensity physical activities you would sum Total Walking and Total Moderate

Total **Vigorous** MET-minutes/week = Vig MET-minutes/week (at Work + in Leisure)

#### Total Physical Activity Score

**Total** Physical Activity MET-minutes/week = **Walking** MET-minutes/week + **Moderate** MET-minutes/week + Total **Vigorous** MET-minutes/week

Continued.....

**Also**

**Total Physical Activity MET-minutes/week = Total MET-minutes/week (at Work + for Transport + in Chores + in Leisure)**

**Categorical Score- three levels of physical activity are proposed**

**1. Low**

No activity is reported **OR**

- a. Some activity is reported but not enough to meet Categories 2 or 3.

**2. Moderate**

Either of the following 3 criteria

- a. 3 or more days of vigorous-intensity activity of at least 20 minutes per day **OR**
- b. 5 or more days of moderate-intensity activity and/or walking of at least 30 minutes per day **OR**
- c. 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum of at least 600 MET-min/week.

**3. High**

Any one of the following 2 criteria

- Vigorous-intensity activity on at least 3 days and accumulating at least 1500 MET-minutes/week **OR**
- 7 or more days of any combination of walking, moderate- or vigorous- intensity activities accumulating at least 3000 MET-minutes/week

Please review the full document "Guidelines for the data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire" for more detailed description of IPAQ analysis and recommendations for data cleaning and processing [[www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)].

### ANEXO III – Hoja de recogida de datos personales

CODIGO DEL SUJETO

<b>NOMBRE</b>	
<b>APELLIDOS</b>	
<b>DNI</b>	
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	
<b>DOMINANCIA</b>	

## **ANEXO IV – Consentimiento informado**

### **HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación clínica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

Antes de que usted acepte participar en este estudio, se le presenta este documento de nombre “Hoja de información al paciente y Consentimiento Informado”, que tiene como objetivo comunicarle de los posibles riesgos y beneficios para que usted pueda tomar una decisión informada. Debe leerlo atentamente y consultar todas las dudas que se le planteen.

Le recordamos que, para poder formar parte del mismo, deberá firmar el consentimiento informado que se presenta a continuación.

#### **Datos del investigador**

- Nombre y Apellidos: Sergio Garrido López
- Centros: Unidad de Investigación Clínica en Biomecánica y Fisioterapia de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios.
- Dirección de contacto: Laboratorio de Biomecánica: Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid)
- Teléfono y forma de Contacto: Laboratorio de Biomecánica: 91 893 37 69

#### **Datos de la investigación**

“Variación de la fuerza máxima isocinética e isométrica en la flexión de codo entre lado dominante y no dominante en sujetos sanos”. Este proyecto cuenta con el informe favorable de la Comisión de Investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital de San Carlos de Madrid.

Se realizará la medición de la variable del cuerpo humano en cinética /cinemática a través de un sistema de valoración biomecánica para obtener los datos de normalidad del movimiento del cuerpo humano y conocer como modifica las mismas en sujetos sanos.

Criterios de inclusión:

- Sujetos sanos
- Adultos de 18 a 60 años.

Criterios de exclusión:

- Patología aguda o crónica musculoesquelética del miembro superior.
- Cualquier afectación sistémica.
- Cualquier alteración mental.
- Haber sido operado en el último año.
- Dolor inespecífico en el último mes.
- Miedo a alguna de las intervenciones/mediciones.
- Mujeres embarazadas.
- Haber recibido tratamiento, por un profesional de la salud o pseudociencias, en las 24 horas previas a la medición.
- Haber realizado alguna actividad física en las 12 horas previas a la medición.
- No haber firmado el consentimiento informado.

Todas las contraindicaciones de la evaluación mediante equipos de biomecánica se encuentran enmarcadas como criterios de exclusión.

Procedimiento de estudio:

Se le citará una única vez dónde se le realizarán diversas mediciones para poder llevar a cabo el estudio. El tiempo entre las mediciones será de 30 minutos, siendo 60 minutos el máximo.

Para poder realizar el estudio, en primer lugar, se le van a tomar los siguientes datos:

- Nombre
- Fecha de nacimiento
- DNI
- Número de contacto
- Correo electrónico

Las pruebas cinéticas y cinemáticas son un conjunto de mediciones que se realizan a través de equipos que NO son invasivos. Una vez cumplimentados los datos, rogamos lea detenidamente los procedimientos a los cuales será sometido. Los movimientos solicitados serán, flexión activa del codo a diferentes velocidades preestablecidas con un dinamómetro isocinético Primus RS.

Una vez concertada la cita con el sujeto en el Laboratorio de Biomecánica, se le facilita el consentimiento informado, la hoja de recogida de datos y el cuestionario de actividad física. Así mientras el sujeto rellena los distintos documentos pasará el tiempo suficiente para que se acomode a las condiciones ambientales de la sala. La lateralidad de cada uno de los sujetos se determinará a través de la pregunta: “¿con qué mano escribes y comes?”.

La colocación del sujeto será en bipedestación con una separación de los pies del ancho de las caderas, puesto que se quiere valorar la fuerza que los sujetos son capaces de generar en bipedestación permitiendo compensaciones con el resto del cuerpo, dado que en la evidencia encontrada no hay diferencias entre cinchar y no cinchar a los sujetos.

El sujeto se colocará junto al dinamómetro BTE Primus RS; la posición del equipo y del brazo de palanca de la herramienta se ajustará según cada sujeto teniendo en cuenta la estatura de cada uno de los sujetos y haciendo coincidir el fulcro de la herramienta con el epicóndilo del sujeto.

Se comenzará midiendo el lado dominante. El protocolo que a continuación se detallará consta de un ejercicio de calentamiento a una velocidad muy alta de 180 grados por segundo para que el sujeto se habitúe al equipo, tras lo cual se realizarán 3 ejercicios isocinéticos a 30, 90 y 120 grados por segundo ya que se quiere valorar la fuerza máxima generada a velocidad baja, media y alta; tras lo cual el sujeto realizará un ejercicio de fuerza máxima isométrica a 90 grados de flexión de codo. Se dará un descanso de 60 segundos entre cada una de las series de cada ejercicio y de 60 segundos entre ejercicios. No habrá ningún tipo de estímulo externo al sujeto por parte del investigador.

Por lo que el protocolo de medición sería:

- I. Calentamiento a 180 grados/segundo a 10 repeticiones.
- J. Flexión de codo isocinética a 30 grados/segundos, 1 series de 3 repeticiones. (60 segundos de descanso entre series).
- K. Descanso de 60 segundos.
- L. Flexión de codo isocinética a 90 grados/segundo, 1 series de 5 repeticiones.
- M. Descanso de 60 segundos.
- N. Flexión de codo isocinética a 120 grados/segundo, 1 series de 10 repeticiones.
- O. Descanso de 60 segundos.
- P. Contracción isométrica con 90 grados de flexión de codo, 3 series de 6 segundos con 12 segundos de descanso entre series.

Para la obtención de los datos se tomará como válido el valor máximo de cada uno de los ejercicios isocinéticos y la media del valor máximo de las tres repeticiones de fuerza.

Al realizar esta prueba apenas hay efectos secundarios, sin embargo, si durante la prueba aparece dolor se le permitirá al sujeto abandonar el estudio.

En cuanto a los beneficios de formar parte de este estudio serán los que estamos comprobando con el sistema de biomecánica, para conocer datos de normalidad de los sujetos y su posterior incorporación en una base de datos global sobre la cual puedan ser usados estos datos para estudios posteriores.

Tiene derecho a abandonar el estudio en cualquier momento y sin ninguna justificación, sin perjuicio de su atención sanitaria y puede decidir el destino de sus datos personales en caso de decidir retirarse del estudio. Tiene la posibilidad de contactar con el investigador en cualquier momento.

Para asegurar la anonimización de los datos, se contará con dos bases de datos: una con el nombre completo del paciente y un código asignado a cada uno de ellos, a la que sólo tendrá acceso el Investigador principal, y otra segunda con el código de cada paciente y sus datos personales y clínicos. Todos los datos recogidos para el estudio facilitados por usted mismo serán tratados con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento de la “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre” de Protección de Datos de carácter personal, modificada a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Debe saber que tiene derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los mismos en cualquier momento. Podrá ejercer el derecho de oposición al final de este mismo documento, pudiendo solicitar los documentos oportunos al investigador principal en caso de querer ejercer los derechos de acceso, rectificación y cancelación.

Solo aquellos datos de la historia clínica que estén relacionados con el estudio serán objeto de comprobación. Esta comprobación se hará a través del Investigador Principal, responsable de garantizar la confidencialidad de todos los datos de las historias clínicas de los sujetos participantes en el estudio piloto. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo el investigador principal podrá relacionar dichos datos con su historia clínica.

## **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **Datos del estudio para el que se otorga el consentimiento:**

- Nombre y Apellidos: Sergio Garrido López
- Centros: Unidad de Investigación Clínica en Biomecánica y Fisioterapia de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios.

### - Dirección de contacto:

Del Laboratorio de Biomecánica: Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid)

### - Teléfono y forma de Contacto:

Del Laboratorio de Biomecánica: 91 893 37 69

### **Datos de la investigación**

“Variación de la fuerza máxima isocinética e isométrica y la potencia en la flexión de codo entre lado dominante y no dominante en sujetos sanos”

### **Datos del participante:**

- Nombre y Apellidos:

- DNI:

### **Persona que proporciona la información y la hoja de consentimiento:**

Yo, \_\_\_\_\_, mayor de edad, perteneciente al grupo de Investigación y proyecto “Estudio de investigación sobre la variación de la fuerza máxima isocinética e isométrica en la flexión de codo entre lado dominante y no dominante en sujetos sanos. Medido mediante dinamometría isocinética Primus RS

Declaro que he leído la Hoja de Información al Participante sobre el estudio citado.

Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al Participante y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio, así como los posibles beneficios y riesgos del mismo.

He contado con el tiempo y la oportunidad para realizar preguntas y plantear las dudas que poseía. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción.

Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de mis datos, “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre” de Protección de Datos de carácter personal, modificada el 6 de diciembre de 2018.

El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento del mismo, por cualquier razón y sin que tenga ningún efecto sobre mi tratamiento futuro.

Doy/ No doy mi consentimiento para la participación en el estudio propuesto.

Fecha \_\_\_\_\_

Firma del participante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Firma del investigador \_\_\_\_\_

Cumplimentar en caso de renuncia a la participación en el estudio:

Mediante el presente escrito, comunico mi decisión de abandonar el proyecto de investigación en el que estaba participando y que se indica en la parte superior de este documento.

Fecha \_\_\_\_\_

Firma del participante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Firma del investigador \_\_\_\_\_

Derecho de oposición

Los datos recabados, conforme a lo previsto en la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, modificada el 6 de diciembre de 2018, en el presente consentimiento informado serán incluidos en el Fichero denominado “Proyecto Funcionalidad” cuya titularidad pertenece a “Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios”

Estos datos serán almacenados en nuestro fichero durante el tiempo imprescindible y necesario para el cumplimiento de la causa que motivó su recogida y dejando a salvo los plazos de prescripción legal existentes. La finalidad de esta recogida de datos de carácter personal

es: la ejecución y cumplimiento de la relación surgida entre el titular de los datos y “La Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios” y su gestión administrativa, así como el cumplimiento de las obligaciones derivadas la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, modificada el 6 de diciembre de 2018. En consecuencia, UD. da, como titular de los datos, su consentimiento y autorización al responsable de los ficheros para la inclusión de los mismos en el Fichero antes detallado. Asimismo, puede UD. en todo caso ejercitar los derechos que le asisten y que se especifican en el siguiente párrafo.

El titular de los datos declara estar informado de las condiciones y cesiones detalladas en la presente cláusula y, en cualquier caso, podrá ejercitar gratuitamente los derechos ARCO: acceso, rectificación, cancelación y oposición (siempre de acuerdo con los supuestos contemplados por la Legislación vigente) dirigiéndose a Secretaría de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” mediante correo electrónico a la dirección [sjuandedios@comillas.edu](mailto:sjuandedios@comillas.edu) o por correo ordinario a:

Secretaría de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid) indicando en la comunicación la concreción de la petición y acompañada de los documentos acreditativos. Por todo ello, para que conste a los efectos oportunos, UD. muestra su conformidad con lo en esta cláusula detallado, de acuerdo con la firma estampada en el documento al que esta cláusula figura anexionado. En caso de que se oponga a la cesión de sus datos en los términos previstos marque una cruz en esta casilla. En caso contrario, se entenderá que presta su consentimiento tácito a tal efecto.

Me opongo a la cesión de mis datos en los términos previstos

Fdo. Titular de los datos

## **Protocolo COVID-19 durante las mediciones**

2. Todos los participantes adultos deberán acudir con mascarilla y permanecer con ella en todo momento.
3. Se deberán desinfectar las manos con gel hidroalcohólico al entrar en la sala, facilitado en el acceso al laboratorio. Se tomará tras este procedimiento la temperatura al participante.
4. Los profesionales usaran mascarillas FFP2 en todo momento y guantes desechables en caso de ser necesario.
5. Tras la finalización con cada participante se realizará una desinfección de todos los materiales usados en el laboratorio, proporcionando seguridad para todos los participantes.

No se acudirá al estudio si se ha tenido contacto con alguna persona positiva en COVID-19, así como si presenta algún síntoma que pueda estar relacionado con la sintomatología del virus (tos, fiebre, cansancio, dolor de garganta, dolor de cabeza, pérdida del sentido del gusto y olfato, dificultad para respirar).



## Anexo VI – Aprobación CEIC



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 15/416-E

11 de septiembre de 2015

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas  
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

### CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 09/09/2015, acta 9.1/15 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

**Título: "Variación de los datos biomecánicos del movimiento del cuerpo humano, por rangos de edad, sexo, actividad deportiva y características antropométricas, tras la aplicación de técnicas de fisioterapia deportiva".**

Que en este estudio:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por el **Dr. D. Néstor Pérez Mallada** como investigador.

Lo que firmo en Madrid, a 11 de septiembre de 2015

Dra. Mar García Arenillas  
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos