

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**EFFECTO DE UN PROTOCOLO DE EJERCICIOS MEDIANTE EL  
MÉTODO PILATES EN LA VARIABLE DE FLEXIBILIDAD DE  
ISQUITOTIBIALES Y COLUMNA LUMBAR EN ADULTOS-JÓVENES**

AUTOR: ESPARCIA SÁNCHEZ, SERGIO

Nº Expediente: 2483

TUTOR: NADAL NICOLÁS, YOLANDA

COTUTOR: SEGURA HERAS, JOSE VICENTE

Curso académico 2020-2021.

Convocatoria de Junio



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Método Pilates</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Flexibilidad</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 Musculatura isquiotibial</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Columna Lumbar</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Prueba sit and reach (SR)</b> .....	<b>5</b>
<b>1.6 Prueba Schober y Schober modificada</b> .....	<b>5</b>
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Objetivo principal</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>7</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1 Diseño del estudio</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2 Metodología del estudio</b> .....	<b>9</b>
<b>4.2.2 Protocolo de ejercicios</b> .....	<b>10</b>
<b>4.3 Muestra de estudio</b> .....	<b>17</b>
<b>4.4 Variables del estudio</b> .....	<b>19</b>
<b>4.5 Análisis de datos</b> .....	<b>20</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>

<b>7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>26</b>
<b>8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>27</b>
<b>9. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>31</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>32</b>



## RESUMEN

**Introducción:** El Método Pilates es considerado como un ejercicio de cuerpo y mente, el cual se centra en la mejora de la flexibilidad, la fuerza y de la musculatura tanto profunda como superficial mediante unos principios básicos.

**Objetivo:** Valorar el efecto de un protocolo de ejercicios basados en el Método Pilates (MP) sobre la flexibilidad en la musculatura isquiotibial y la columna lumbar.

**Material y Métodos:** Estudio experimental y de corte longitudinal en el que participaron 8 sujetos, basado en 2 sesiones de Pilates por semana, durante 4 semanas, siendo el tiempo estimado 40 minutos por sesión. Se ejecutaron 10 ejercicios repetidos 5 veces cada uno. Fueron valorados mediante la prueba sit and reach (para la flexibilidad de los isquiotibiales), y la prueba de Schober (para la flexibilidad de la columna lumbar). Las mediciones se llevaron a cabo previamente a la intervención, periódicamente cada semana durante el proceso de intervención y por último, a la quinta y sexta semana (7 y 15 días tras el término)

**Resultados:** Se obtuvo una mejoría significativa en cuanto a la flexibilidad de la columna lumbar, no obstante, los cambios en la flexibilidad isquiotibial no han resultado ser significativo.

**Conclusiones:** Un programa de ejercicios basados en el Método Pilates provoca una mejora significativa mantenida en el tiempo de la flexibilidad de la columna lumbar y además, aunque en la flexibilidad isquiotibial los resultados no han sido significativos, estos apuntan hacia la mejoría en mujeres jóvenes sedentarias.

**Palabras clave:** Método Pilates, flexibilidad, Isquiotibiales, columna lumbar.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Pilates method is considered as a body-mind exercise which is focused on the improvement of flexibility, strength and the deep and superficial musculature with a basic principles.

**Objective:** To value de effect produced by a set of exercises based on the Pilates method on the flexibility from the hamstring muscles and the lumbar spine.

**Material and method:** This is an experimental longitudinal study with 8 subjects. It is based on 2 Pilates sessions by week during 4 weeks with an approximate duration of 40 minutes per session. The subjects did 10 different exercises, repeating 5 times each one. They were valued by the Sit and Reach test (hamstring muscles flexibility) and Schober test (for lumbar spine flexibility). The measurements were taken before the intervention, periodically during each different week and to conclude, on the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> week (7 and 15 days after the end of the set of exercises).

**Results:** The subjects gained a significant improvement in terms of lumbar spine's flexibility but the improvements in hamstring flexibility were not significant.

**Conclusions:** A set of exercises based on the Pilates method causes a held improvement on the lumbar spine flexibility a set of exercises based on the Pilates method causes a held improvement on the lumbar spine flexibility and although hamstring's flexibility results have not been significant, they aim to the improvement in sedentary women.

**Key words:** Pilates method, flexibility, hamstring muscles, lumbar spine.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Método Pilates

El Método Pilates (MP) fue diseñado por el alemán Joseph Hubertus Pilates en 1923, e introducido en Brasil en los años 90. Combina movimientos basados en la gimnasia tradicional y sueca junto con técnicas de rehabilitación, artes marciales, yoga y danza (1). El MP es un ejercicio para la mente y el cuerpo el cual está basado en la flexibilidad, la fuerza, el control muscular, la estabilidad del núcleo, la postura y la respiración. Los ejercicios pueden ser llevados a cabo tanto en colchoneta como mediante el uso de un equipo especializado (2).

Es un ejercicio físico que tiene como objetivo fortalecer a la vez que alargar el cuerpo de manera global, realizando movimientos conscientes(3). Se puede aplicar de forma segura tanto en personas con un buen estado de forma como en las que no lo están. El MP esta basado en los siguientes pilares básicos:

**-Concentración** para mantener conectado la mente y el cuerpo.

**-Precisión** para realizar de forma correcta los movimientos y ejercicios planteados.

**-RESPIRACIÓN**, es la base de esta disciplina.

**-Control**, para llevar a cabo los ejercicios de forma correcta sin descoordinación ni movimientos bruscos, ya que una mala ejecución puede causar daños físicos.

**-Fluidez del movimiento**, para realizar los ejercicios a la velocidad adecuada y de forma idónea.

**-Centralización**, Joseph Pilates establece que el centro del cuerpo, también llamado Powerhouse está formado anatómicamente por: los músculos abdominales anteriores (transverso del abdomen, oblicuos y recto abdominal), abdominales posteriores (grupo erector espinal, transverso espinal y cuadrado lumbar), extensores de cadera (fundamentalmente glúteo mayor), flexores de cadera y musculatura del suelo pélvico (4).

## **1.2 Flexibilidad**

La flexibilidad es definida como la capacidad motora, que relaciona la máxima amplitud de una articulación con la capacidad de alargamiento máxima de los músculos que atraviesan dicha articulación. La mejora de ésta permite realizar los ejercicios de forma más eficiente y a la vez con mayor rango de movimiento (3), ésta es considerada como un elemento primordial en la salud física, ya que influye en las actividades de la vida diaria, a un estilo de vida más independiente y una mejor función durante el envejecimiento (5), evitando sus efectos nocivos sobre la flexibilidad mediante la realización del MP (6).

Tanto la composición corporal como la flexibilidad son verdaderamente importantes para una mejor calidad de vida, por ello es aconsejable realizar de forma regular un programa de ejercicios de Pilates (7).

## **1.3 Musculatura isquiotibial**

Los isquiotibiales están situados en la parte posterior del muslo y formados por los siguientes músculos: semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral, el cual tiene dos cabezas, una larga y una corta. El origen de los músculos isquiotibiales se encuentra en la tuberosidad isquiática exceptuando la cabeza corta del bíceps femoral que tiene su origen en la línea áspera del fémur. En lo referente a las lesiones, la distensión de los músculos isquiotibiales es una de las más comunes en el ámbito deportivo(8). Por otro lado, un acortamiento de estos músculos puede llegar a provocar alteraciones en la estática del raquis, por lo que una detención temprana podría evitar posibles trastornos. Por último, cabe destacar como la escasa actividad física de los jóvenes debido al incremento del uso de las tecnologías afecta negativamente a la flexibilidad isquiosural (9).

## **1.4 Columna Lumbar**

La columna lumbar está formada por 5 vértebras, cuya forma y tamaño están diseñadas para cargar la mayor parte del peso corporal, su rango de movimiento es mayor que la columna torácica, pero menor que la cervical. Por otra parte, las articulaciones facetarias permiten la existencia de flexión y extensión, pero limitan la rotación (10). Otra de sus características es la presencia de lordosis lumbar, la cual

permite a los humanos mantener una postura bípeda erguida (11). Por último, cabe destacar la pérdida paulatina de rango de movimiento a medida que aumenta la edad (12).

### **1.5 Prueba sit and reach (SR)**

La prueba de valoración sit and reach (dedos planta) es utilizada frecuentemente por clínicos, entrenadores y preparadores físicos, para estimar la flexibilidad de la musculatura isquiosural. El motivo de su elevada utilización es debido a la sencillez y rapidez de su proceso. Para esta prueba se realiza flexión máxima activa de tronco, manteniendo las rodillas extendidas y se mide la distancia entre la punta de los dedos de la mano y el suelo o la tangente a la planta de los pies.

Se ha evidenciado una alta fiabilidad relativa intraexaminador. Por otra parte, tiene una validez moderada para valorar la flexibilidad isquiosural (13,14) y una validez baja para estimar la extensibilidad lumbar (15).

### **1.6 Prueba Schober y Schober modificada**

La prueba de Schober es un método usado frecuentemente por una gran variedad de profesionales para medir el ROM activo lumbar, se lleva a cabo mediante una cinta métrica colocada en la columna entre dos puntos, el primero se encuentra en la unión lumbo sacra y el segundo 10 cm por encima de éste. Para el test de Schober modificado se añade un tercer punto 5cm por debajo del primero.

Esta prueba ha demostrado tener una validez moderada y una fiabilidad elevada (16,17). Por último la prueba de Schober original muestra niveles consistentes de concordancia (18).

## **2. HIPÓTESIS**

Según estudios encontrados el Pilates ha sido incorporado en el ámbito de rehabilitación y el fitness (19), es beneficioso para optimizar la condición física de forma general (20), con evidencia más sólida en la mejora de flexibilidad y equilibrio dinámico (21). Por ello nuestra hipótesis se basa en la siguiente pregunta: ¿Podría un protocolo de ejercicios basado en el método Pilates producir mejoras en la flexibilidad de los isquiotibiales y de la columna lumbar en mujeres jóvenes y sedentarias?



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo principal.**

Estudiar los efectos de un protocolo de ejercicios basados en el método Pilates, en la variable de flexibilidad en mujeres jóvenes sedentarias.

#### **3.2 Objetivos específicos.**

- Valorar la flexibilidad de los isquiotibiales.
- Valorar la flexibilidad de la columna lumbar.



## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Diseño del estudio:**

Se realizó un estudio experimental con la participación de 8 sujetos jóvenes los cuales presentaban un estilo de vida sedentario. Este fue aprobado previamente por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR: TFG.GFI.YNN.SES.210125.

El estudio fue de corte longitudinal, con una duración de 8 semanas. Comenzó el 1 de febrero y finalizó el 29 de marzo de 2021.

Fue desarrollado en un espacio al aire libre, adecuadamente acondicionado de la siguiente manera:

- Techo para los posibles días de lluvia.
- Suficiente espacio para reunir simultáneamente al número de participantes permitido en cada periodo de la intervención. Cada uno de ellos, disponía de una esterilla para realizar los ejercicios de manera cómoda y adecuada.

A los sujetos se le tomaron mediciones de la flexibilidad de los isquiotibiales y de la columna lumbar en 7 momentos diferentes:

- Previo a la intervención.
- Periódicamente cada semana durante el proceso de intervención.
- En la semana siguiente al término del proceso.
- A las dos semanas de la finalización de la intervención.

## 4.2 Metodología del estudio.

El proyecto realizado, tuvo una duración total de 8 semanas, dividiéndose estas de la siguiente manera:

(Tabla 1)

Tabla 1: Calendario semanal para el desarrollo del estudio

<b>SEMANA 1</b>	Reunión informativa sobre el estudio	
	Recogida de los consentimientos informados	
<b>SEMANA 2</b>	Medición pre-intervención	
<b>SEMANA 3</b>	Programa de intervención	Lunes y Jueves
	Medición	Jueves
<b>SEMANA 4</b>	Programa de intervención	Lunes y Jueves
	Medición	Jueves
<b>SEMANA 5</b>	Programa de intervención	Lunes y Jueves
	Medición	Jueves
<b>SEMANA 6</b>	Programa de intervención	Lunes y Jueves
	Medición	Jueves
<b>SEMANA 7</b>	Valoración a los 7 días	Jueves
<b>SEMANA 8</b>	Valoración a los 15 días	Jueves

Fuente: Elaboración propia

### Primera fase

Durante la primera semana se llevó a cabo la búsqueda de los 8 sujetos que realizaron la intervención. Además, en esta misma semana, previo a la toma de datos y a la posterior intervención, tuvo lugar una reunión en la que se les explicó las características y objetivos del estudio, dando la oportunidad de no participar en caso de no estar de acuerdo con algunos de los aspectos explicados.

Posteriormente se informó acerca de la obligación de firmar el consentimiento informado (entregado previamente) para poder dar comienzo a la intervención (*ANEXO I*).

### Segunda fase

Se realizaron las primeras mediciones previas a las sesiones propuestas.

Durante las siguientes cuatro semanas fue llevado a cabo el plan de intervención diseñado para el estudio, en éste, los sujetos realizaron dos sesiones a la semana (lunes y jueves) del Método Pilates en las que hacían una serie de cinco repeticiones por ejercicio.

#### 4.2.2 Protocolo de ejercicios

##### Ejercicio A. Rodar vertebra a vertebra (*Figura 1*).

Objetivo principal:

- Flexibilizar la columna y a la vez estirar la cadena posterior.

Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- El inicio del ejercicio se realiza en posición de bipedestación, con los pies separados a la altura de las caderas y manteniendo la columna recta.
- Desde esta posición, se inhala y exhala, al realizar la exhalación el sujeto debe dirigir la cabeza hacia el pecho, ejecutando una flexión anterior de la columna progresivamente (“vertebra a vertebra”) hasta la máxima amplitud.
- A partir de la posición anterior, al inspirar se flexionan ligeramente las rodillas, desbloqueándolas. Al espirar, se eleva el tronco poco a poco hasta la posición inicial. (22)

*Figura 1: Fases de ejecución del ejercicio A*



##### Ejercicio B. Estiramiento del cuadrado lumbar y trapecio (*Figura 2*).

Objetivo Principal:

- Estirar el cuadrado lumbar y las fibras superiores del trapecio.

Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se comienza en bipedestación, con los pies a la altura de las caderas y la espalda recta.

- Desde esta posición, se inspira, llevando uno de los brazos a máxima flexión y abducción, posteriormente, tras la espiración se inclina el cuerpo hacia el lado contrario que queremos estirar.
- Partiendo de la postura anterior, se coge aire y, al soltarlo, se vuelve a la posición inicial, apoyando la mano sobre la cabeza y llevándola a flexión, inclinación contralateral al lado que se estira y rotación ipsilateral del lado a estirar, a la vez que se descende el hombro contrario.

*Figura 2: Fases de ejecución del ejercicio B*



### **Ejercicio C. Estiramiento de la cadena posterior (*Figura 3*).**

#### Objetivo Principal:

- Estirar la cadena posterior.

#### Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se inicia en bipedestación con los pies separados a la altura de las caderas, los brazos en paralelo al cuerpo y la espalda recta.
- Al inspirar se llevan ambos brazos detrás de la cabeza y al espirar se realiza una flexión de tronco de aproximadamente 60°-70° manteniendo la espalda recta. Se vuelve a tomar aire y al exhalar se realiza anteversión de pelvis y tracción en diagonal de la cabeza con las manos.

- Para volver a la posición inicial se inspira a la vez que se flexionan las rodillas y se lleva la cabeza hacia el ombligo, al espirar se regresa a la postura de inicio.

Figura 3: Fases de ejecución del ejercicio C



#### **Ejercicio D. Cat-camel en sedestación (Figura 4).**

Objetivo Principal:

- Flexibilizar la columna.

Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se comienza en sedestación, con las rodillas flexionadas, los pies apoyados en el suelo, las manos sobre las tibias y la cabeza alineada con la columna.
- Al inhalar se realiza flexión de cuello seguida de flexión de columna separando los omóplatos y al exhalar se lleva a cabo la acción contraria, es decir cabeza alineada con el cuerpo y extensión de columna.

### Ejercicio E. Cat- camel (*Figura 4*).

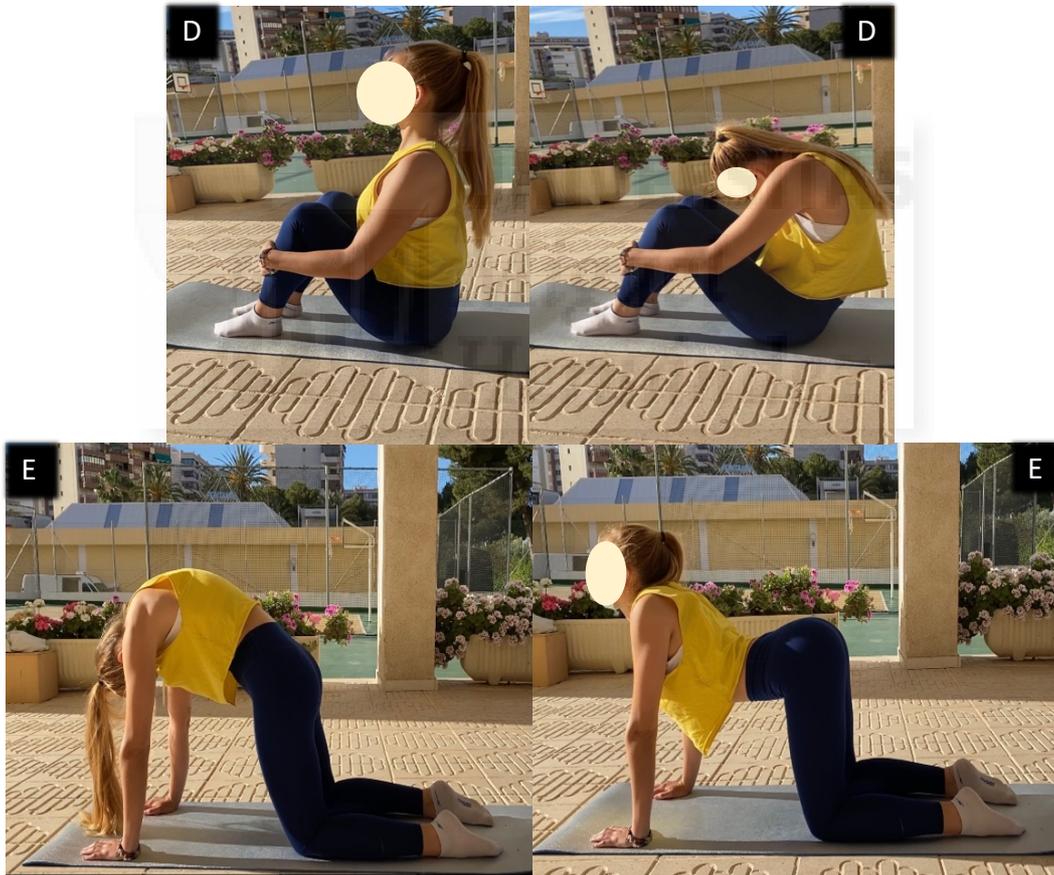
#### Objetivo Principal:

- Flexibilizar la columna.

#### Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se inicia en posición de cuadrupedia, los brazos alineados con los hombros, las rodillas alineadas con las caderas y la cara palmar apoyada con la punta de los dedos hacia delante.
- Se alterna entre la posición de cifosis total durante la inspiración y lordosis total en la espiración sin forzar la fase final del ejercicio.

*Figura 4: Fases de ejecución de los ejercicios D y E*



### Ejercicio F. Bird- dog (*Figura 5*).

#### Objetivo Principal:

- Trabajar la estabilidad lumbopélvica y abdominal.

Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Posición inicial en cuadrupedia, con las rodillas separadas a la altura de las caderas, las manos separadas a la altura de los hombros, los codos estirados, los dedos mirando al frente y la cabeza alineada con la columna.
- Se realiza una inspiración, seguida de una espiración en la que se estira el brazo de un lado y la pierna del lado contrario paralelos al suelo, al inspirar se vuelve a la posición inicial y al espirar se realiza extensión contralateral de brazo y pierna.

### **Ejercicio G. Natación en supino. (Figura 5)**

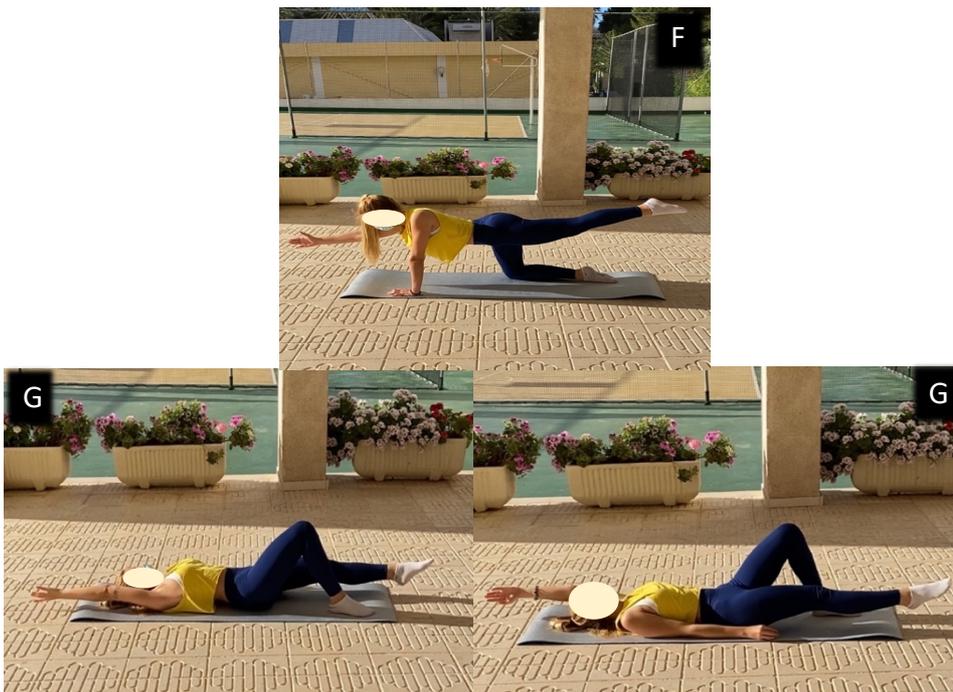
Objetivo Principal:

- Trabajar la estabilidad lumbopélvica y abdominal.

Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se comienza en supino, con los brazos paralelos al tronco, las rodillas flexionadas, los pies apoyados en el suelo y la pelvis neutra.
- Desde la posición anterior se toma aire y al exhalar se elevan brazo y pierna contralateral sin apoyarlos en el suelo, manteniendo la pelvis neutra. Al inspirar se vuelve a posición inicial y al espirar se estiran los miembros contrarios.

*Figura 5: Fases de ejecución de los ejercicios F y G*



## **Ejercicio H. Puente sobre los hombros (Shoulder Bridge) (Figura 6).**

### Objetivo Principal:

- Incrementar la movilidad de la columna y fortalecer los extensores de cadera.

### Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- La posición inicial es en supino, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo separados a la altura de las caderas y los brazos paralelos al tronco con las palmas de la mano hacia abajo.
- Se coge aire y al soltarlo se despega la columna del suelo poco a poco hasta llegar a tener apoyadas las escápulas.
- Desde la posición anterior se vuelve a coger aire y al soltarlo se baja poco a poco primero el pecho, luego la zona lumbar y por último el sacro.

*Figura 6: Fases de ejecución del ejercicio H*



### **Ejercicio I. Roll-up (*Figura 7*).**

#### Objetivo Principal:

- Elongar la columna y fortalecer la zona abdominal.

#### Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se comienza en supino, con las piernas extendidas y juntas, los brazos en flexión de 90° y los codos extendidos.
- Se inspira elongando la columna y al espirar el tronco asume una posición de “curl” con respecto al suelo manteniendo la curva en posición de “c”, mientras se sigue separando la espalda.

#### Consejo:

- En caso de tener complicaciones a la hora de ejecutar el ejercicio, se puede colocar algún tipo de objeto en la zona lumbar (por ejemplo, una toalla) para así facilitararlo.

### **Ejercicio J. Estiramiento de isquiotibiales (*Figura 7*).**

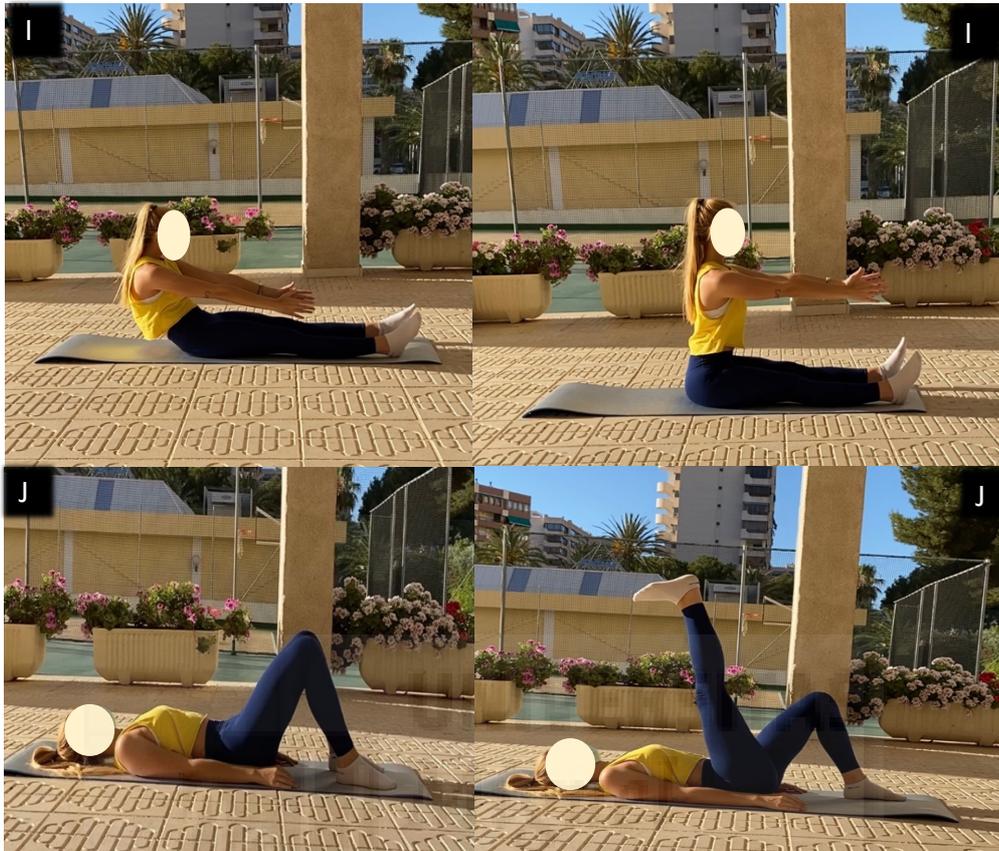
#### Objetivo Principal:

- Estirar la musculatura isquiotibial.

#### Para su ejecución es importante seguir las siguientes pautas:

- Se inicia en decúbito supino con las piernas flexionadas, los pies apoyados en el suelo y los brazos paralelos al tronco con las palmas de la mano hacia abajo.
- Desde esta posición se inspira y, al espirar, se estira y se eleva poco a poco una de las piernas, manteniendo la rodilla completamente estirada, hasta notar tirantez en la parte posterior de la rodilla, con la pierna en este ángulo, se toma aire nuevamente y al espirar se realiza una flexión dorsal de tobillo, aguantando esta posición entre 20-30 segundos.
- Transcurrido este tiempo al soltar el aire, se coloca el pie en posición neutra y se baja lentamente la pierna hasta colocarla en la posición inicial. Este proceso se repite bilateralmente.

Figura 7: Fases de ejecución de los ejercicios I y J



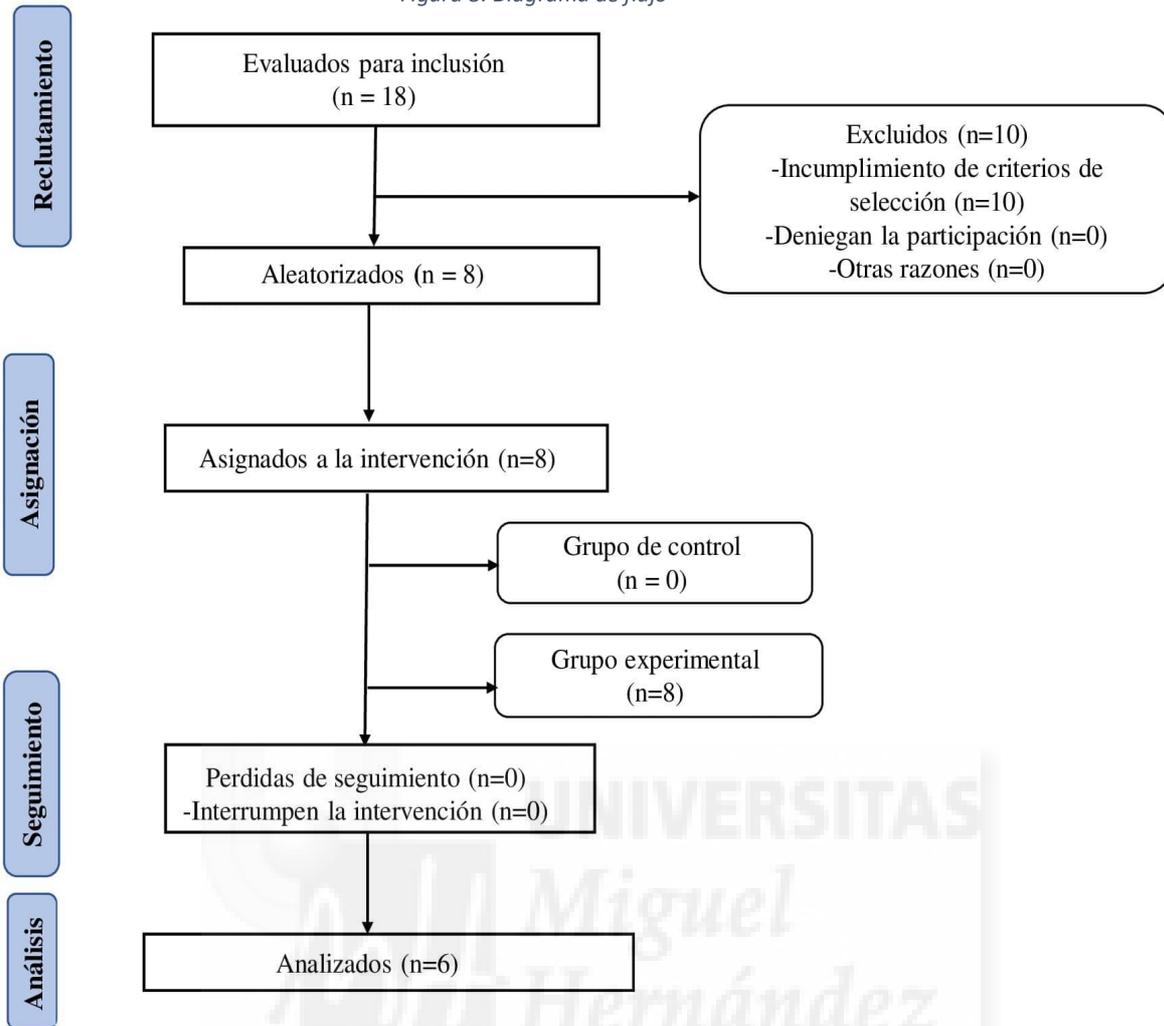
#### 4.3 Muestra de estudio

La muestra del estudio estaba compuesta por 8 mujeres de entre 21-23 años, las cuales compartían la misma característica, un estilo de vida sedentario (*Tabla 2*). La selección de las participantes se representa mediante un diagrama de flujo (*Figura 8*).

Tabla 2: Características generales de la muestra

<b>Edad Media (años)</b>	21,37
<b>Sexo</b>	Femenino
<b>Antecedentes patológicos</b>	Ninguno
<b>Estilo de vida</b>	Sedentario
<b>Conocimiento previo del MP</b>	Ninguno

Figura 8: Diagrama de flujo



Como criterios de inclusión se establecieron: edad entre 18-30 años, disponibilidad absoluta para la participación en el estudio, sexo femenino, estilo de vida sedentario y haber firmado el consentimiento informado.

Por otra parte, los criterios de exclusión fueron: mujeres con dolencia en la zona lumbar o abdominal, embarazadas, que presentaran alteraciones musculoesqueléticas (tanto de miembros superiores como inferiores) y cirugías previas.

Inicialmente fueron reclutadas un total de 18 mujeres, de las cuales, tras aplicar los criterios anteriores, solo 8 formaron parte de este estudio.

#### 4.4 Variables del estudio.

##### VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Edad de cada sujeto,
- Sexo,
- Actividad deportiva,
- Antecedentes patológicos.

##### VARIABLES DEPENDIENTES:

SIT AND REACH: Es una prueba utilizada para medir la flexibilidad de los isquiotibiales. Se realiza sentado con las piernas extendidas, donde la punta de los pies debe coincidir con 0cm, de esta hacia delante se contará en positivo y hacia atrás en negativo (14) (**Figura 9**).

SCHOBER: Es un examen físico utilizado para cuantificar la movilidad de la columna lumbar en flexión. Para su ejecución, con el paciente en bipedestación se traza una línea que conecta ambas espinas iliacas posterosuperiores (L5 APROX), posteriormente se realiza una marca 10cm por encima de la anterior. A continuación, el sujeto debe realizar una flexión global de tronco manteniendo las rodillas extendidas, desde esta posición mediremos la distancia entre ambos puntos. Se considera positivo si, tras la medición, la distancia aumenta en menos de 5 cm (con un total de 15 cm) (23) (**Figura 9**).

Figura 9: Test de valoración Sit and Reach (K y L) y Schober (M y N)



#### 4.5 Análisis de datos.

Las variables cualitativas se han estudiado mediante recuento y porcentaje, mientras que para el análisis de las variables cuantitativas se ha utilizado la media, desviación típica (sd), máximo, mínimo y mediana. (Tabla 3) y (Tabla 4).

Tabla 3: Estadísticos de los resultados del test de Schober

Variable	Valoración	Media	Sd	Mediana	Max	Min	p-valor
SCHOBER	Basal	15,04	0,81	14,9	16	14,00	0.003
	1ª Semana	15,61	1,27	15,4	17,5	14,00	
	2ª Semana	15,81	0,81	15,75	17,30	14,70	
	3ª Semana	15,96	1,43	16,00	18,50	14,00	
	4ª Semana	16,41	1,66	16,10	20,10	14,70	
	7Días después	15,80	0,91	15,60	17,20	16,60	
	15Días después	15,88	0,81	15,60	17,00	15,00	

Tabla 4: Estadísticos de los resultados del test Sit and Reach

Variable	Valoración	Media	Sd	Mediana	Max	Min	p-valor
SIT AND REACH	Basal	7,20	7,85	6,50	20,50	-4,00	<0,001
	1ª Semana	11,54	5,31	10,65	22,00	3,50	
	2ª Semana	14,11	5,11	12,85	24,5	7,60	
	3ª Semana	14,45	5,94	12,85	26,90	8,40	
	4ª Semana	16,01	6,00	14,80	28,00	8,40	
	7Días después	13,8	4,84	11,90	24,00	8,40	
	15Días después	13,69	11,70	25,00	8,50	5,15	

La hipótesis de normalidad se ha contrastado mediante el test de Shapiro-Wilk, posteriormente, en las variables que se ha cumplido la hipótesis de normalidad, se ha llevado a cabo un ANOVA de medidas repetidas.

Por el contrario, al rechazar la hipótesis de normalidad se realizó el test de Friedman.

Posteriormente tras obtener diferencias significativas, se llevaron a cabo comparaciones dos a dos empleando el test de Wilcoxon con corrección de Bonferroni.

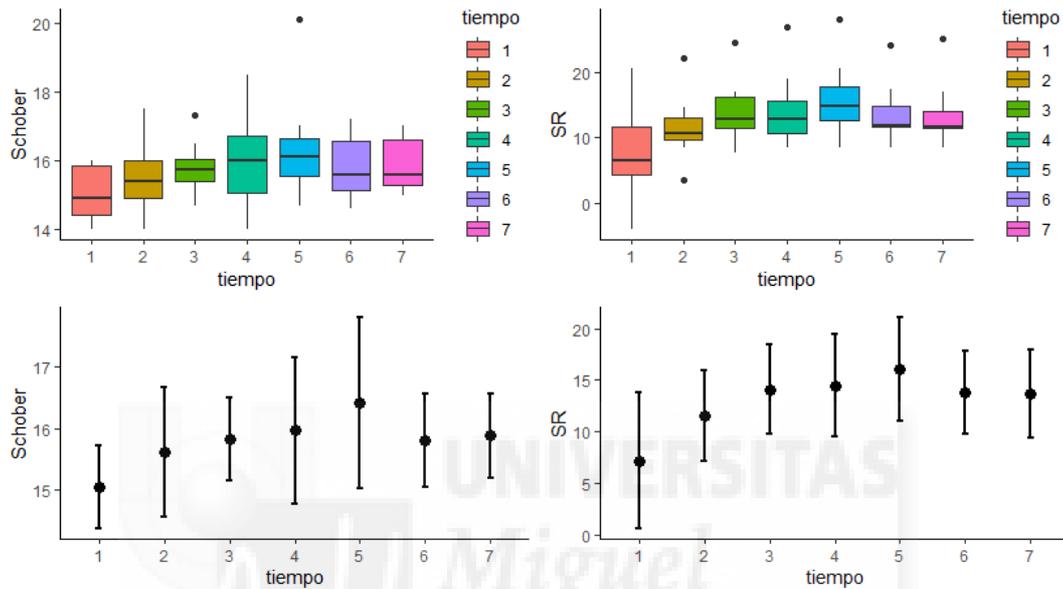
Los contrastes se ejecutaron con un nivel de significación de  $P=0,05$  utilizando Microsoft Excel y el programa 'R' para la ejecución de las operaciones y la exposición de los resultados.



## 5. RESULTADOS

Se han obtenido diferentes resultados en las dos variables estudiadas tras la realización de un protocolo de ejercicios del MP. (*Figura 10*)

Figura 10: Resultados de las mediciones en los test Schober y Sit and Reach (SR)



En lo referente a la flexibilidad de los isquiotibiales, fue medida a cada sujeto durante la intervención mediante el test de sit and reach, en el cual, tras el análisis de los datos realizado se obtuvieron diferencias significativas de manera global ( $p=1,44e-0,5$ ), pero al realizar las comparaciones, el número de empates y el bajo tamaño de la muestra con la que se cuenta para este estudio provoca que no se detecten diferencias significativas dos a dos (*Tabla 5*).

Tabla 5: Comparaciones múltiples del test de sit and reach

	1	2	3	4	5	6
2	0,16	-	-	-	-	-
3	0,30	0,16	-	-	-	-
4	0,16	0,49	1,00	-	-	-
5	0,16	0,33	0,33	0,75	-	-
6	0,30	1,00	1,00	1,00	0,47	-
7	0,30	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00

Con respecto a la variable de flexibilidad de la columna lumbar medida mediante el test de Schober, se obtuvieron incrementos significativos en los sujetos, entre la primera medición previa a comenzar con el protocolo de ejercicios del MP y las dos últimas mediciones, ejecutadas a la semana ( $p=0,011$ ) y a los quince días tras finalizar la intervención ( $p=0,017$ ) (**Tabla 6**).

*Tabla 6: Comparaciones múltiples del test de Schober*

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	1,00	-	-	-	-	-
<b>3</b>	0,20	1,00	-	-	-	-
<b>4</b>	0,54	1,00	1,00	-	-	-
<b>5</b>	0,36	1,00	1,00	1,00	-	-
<b>6</b>	<b>0,01</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	-
<b>7</b>	<b>0,01</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



## 6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta intervención fue valorar la efectividad de un protocolo de ejercicios basado en el MP sobre la flexibilidad de los isquiotibiales y de la columna lumbar, con una duración de 4 semanas y con una periodicidad de 2 sesiones por semana de 40 minutos cada una.

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron diferencias significativas en la flexibilidad de la columna lumbar, al igual que se muestra en el estudio (1) donde tras 20 semanas de MP se obtuvieron diferencias significativas pre y post intervención en la movilidad lumbar. Para la extracción de los resultados se utilizó el test de Schober modificado, a diferencia de nuestra intervención en la que se llevó a cabo el test de Schober, a pesar de esto, ambos muestran resultados similares.

Sin embargo, en la flexibilidad de los isquiotibiales no se obtuvieron cambios significativos, lo que lleva a pensar que la muestra elegida para este estudio era escasa y poco representativa ya que por el contrario, otros autores (24) obtuvieron resultados estadísticamente significativos en la variable de flexibilidad de isquiotibiales, realizando un estudio en el que la muestra incluía a 57 sujetos.

Otra de las razones que puede influir en los resultados obtenidos es la duración de la intervención, puesto que en el estudio (25) se llevó a cabo un protocolo de ejercicios basados en el MP pero con una duración de 12 semanas y de nuevo, al contrario que en nuestro estudio, si se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la flexibilidad de isquiotibiales con respecto a la evaluación inicial. Para llevar a cabo la medición de esta variable, fue empleado el test sit and reach al igual que en nuestra intervención, ya que ha demostrado tener una alta fiabilidad relativa intraexaminador (13).

Los ejercicios utilizados en nuestra intervención fueron escogidos con el objetivo de provocar mejoras en las variables estudiadas, de igual modo fueron utilizados en algunos estudios como es el caso del ejercicio roll up (24) y el puente de hombro (4). Además, se optó por la utilización de cuatro ejercicios idénticos a los de nuestro estudio los cuales son: rodar hacia abajo, puente de hombro, Superman y estiramiento de isquiotibiales. También combinaron los ejercicios mencionados con otros no utilizados en nuestro estudio, obteniendo mejoras estadísticamente significativas en la flexibilidad de los isquiotibiales (20).

Por otra parte, en cuanto al tipo de muestra, nuestro estudio contó con la participación de mujeres, jóvenes y sedentarias, al igual que en el (22) donde además se obtuvieron mejoras en la flexibilidad de la cadena posterior, reducción de dolor de espalda y disminuyó significativamente el grado de escoliosis. A diferencia de nuestro estudio, las sesiones de MP se dividían en: preparación al ejercicio, ejercicios específicos y regreso a la posición relajada.

A pesar de tener resultados beneficiosos en poblaciones sedentarias, sus efectos en ciertos deportes son más escasos, como se demostró tras el análisis de 23 artículos en el estudio (3), donde se muestra una gran tendencia a ser estudiado en mujeres, al igual que en nuestra intervención.

El protocolo de ejercicios fue basado en el Pilates Mat mediante la utilización de colchonetas al igual que en el artículo (21), lo que nos lleva a pensar, que en comparación con el Pilates en máquinas es menos exigente de supervisión, asequible y disponible para un mayor número de personas. Sin embargo, en el estudio (26) también se obtuvieron mejoras significativas en lo relacionado con la flexibilidad a pesar de utilizar la modalidad de Pilates Reformer.

Por último, nuestro estudio muestra como las mejoras obtenidas se mantienen en el tiempo pasados quince días de la última intervención. De igual forma ocurrió en el estudio (20) donde tras incorporar el MP a educación física (E.F) se consiguió mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales, la fuerza y resistencia de los músculos del tronco, además de mantener estas ganancias 3 meses después. Por el contrario, el artículo (5) destaca como tras un periodo de desentrenamiento se obtienen pérdidas paulatinas de las mejoras significativas en la flexibilidad isquiotibial obtenidas durante el periodo de intervención.

## **7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.**

Cabe pensar que dados los resultados obtenidos en este estudio sería de interés realizar el protocolo de ejercicios aumentando la muestra y el número de intervenciones, en el que el tiempo de MP esté entre 900min y 1400min (24) para observar que resultados se hubieran obtenido. Además, sería conveniente evaluar su eficacia en diferentes disciplinas deportivas (por ejemplo, fútbol), para comprobar sus beneficios en sujetos sin un estilo de vida sedentario. Por último, observar el efecto del MP en participantes con escoliosis sería de gran interés para futuras investigaciones ya que como se muestra en el estudio (22) existen mejoras significativas tras su práctica.



## 8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones ha sido realizar las mediciones del test sit and reach, ya que no disponía del dispositivo original como en el estudio (4) para llevar a cabo esta medición, para ello fabriqué uno de madera, de dimensiones 53,3cm x 30,5cm x 30,5cm y con una cinta métrica colocada completamente perpendicular a la punta de los pies del sujeto, con el cual los resultados han sido muy similares (*Figura 9*). Por otro lado, la muestra para realizar esta intervención ha sido de 8 personas, por lo que los resultados obtenidos en el proyecto no se pueden considerar al 100% generalizables.

Por último, otra de las limitaciones ha sido el COVID-19, puesto que, existían numerosas restricciones. Una de las que más ha influido en mi proyecto ha sido la prohibición de reuniones con un número determinado de personas, provocando dificultades al tener que dividir las sesiones en grupos diferentes.



## 9. CONCLUSIÓN

En relación con los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que el protocolo de ejercicios basados en el MP mejora de forma significativa la flexibilidad de la columna lumbar. No obstante, el aumento de flexibilidad isquiotibial no fue significativo a pesar de que arrojó datos positivos y además estos resultados se mantienen en el tiempo.



## 10. ANEXOS

### ANEXO I



#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Número admitido a trámite (OIR UMH)	210125133033
Número Expediente:	2483
Título del proyecto:	Efecto de un protocolo de ejercicios mediante el método pilates en la variable de flexibilidad de isquiotibiales y columna lumbar en adultos-jóvenes
Investigador/a principal:	Yolanda Nadal Nicolás

Yo.....

(Nombre y apellidos manuscritos por el participante)

He leído esta hoja de información y he tenido tiempo suficiente para considerar mi decisión.  
Me han dado la oportunidad de formular preguntas y todas ellas se han respondido satisfactoriamente.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones.

Después de haber meditado sobre la información que me han proporcionado, declaro que mi decisión es la siguiente:

Doy      No doy

Mi consentimiento para la participación en el presente proyecto de investigación, así como para el acceso y utilización de mis datos personales en las condiciones detalladas en la hoja de información.

<b>FIRMA DEL/DE LA PARTICIPANTE</b>	<b>FIRMA DEL INVESTIGADOR/A</b>
<b>NOMBRE:</b>	<b>NOMBRE: Sergio Esparcia Sánchez</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

### **REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO**

Yo, D/Dña. XXX revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo continuar participando en el estudio "\_\_\_\_\_".

<b>FIRMA DEL/DE LA PARTICIPANTE</b>	<b>FIRMA DEL INVESTIGADOR/A</b>
<b>NOMBRE:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>



## ANEXO II



Dra. Dña. Yolanda Nadal Nicolás  
Dpto. Patología y Cirugía

Elche, 17 de mayo de 2021

Tutor/a	Yolanda Nadal Nicolás	
Estudiante	Sergio Esparcia Sánchez	
Tipo de actividad	Otros	TFG
Título del proyecto	Efecto de un protocolo de ejercicio de Pilates en la variable de flexibilidad en adultos-jóvenes	
Códigos GIS estancias donde se desarrolla la actividad	S11 Instalaciones ajenas UMH	
<b>Evaluación riesgos laborales</b>	<b>Conforme condicionado</b>	
<b>Evaluación ética uso muestras biológicas humanas</b>	<b>No solicitado</b>	
<b>Evaluación ética humanos</b>	<b>Favorable</b>	
<b>Evaluación ética animales</b>	<b>No solicitado</b>	
Registro	210125133033	
<b>Referencia</b>	TFG.GFI.YNN.SES.210125	
<b>Caducidad</b>	<b>5 años</b>	

Una vez atendidas las observaciones/condiciones mencionadas en el informe adjunto del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, en caso de que las hubiera, se considera que el presente proyecto/contrato/prestación de servicios carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones y, por tanto, es conforme.

No se ha evaluado el uso de muestras biológicas humanas porque no se ha solicitado, ni se ha considerado necesario en base a la información aportada.

No se ha evaluado el uso de animales en un proyecto de investigación porque no se ha solicitado, ni se ha considerado necesario en base a la información aportada.

La evaluación de la participación de voluntarios humanos en un proyecto de investigación, desde el punto de vista ético y de riesgos laborales, es favorable.

Por todo lo anterior, el dictamen del CEII es **favorable**.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos  
Secretario CEII  
Vicerrectorado Investigación

Domingo Orozco Beltrán  
Presidente CEII  
Vicerrectorado Investigación

Página 1 de 2

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. García Pastor T, Aznar Laín S. Práctica del método Pilates: cambios en composición corporal y flexibilidad en adultos sanos. *Apunt Med l'Esport*. 2011 Jan;46(169):17–22.
2. Wells C, Kolt GS, Bialocerowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. Vol. 20, *Complementary Therapies in Medicine*. 2012. p. 253–62.
3. PACHECO JFR, GUIMARÃES AC de A, KRAESKI MH, KRAESKI AC, SOUZA MDC, ARAÚJO CDCR de. PILATES E FLEXIBILIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. *Rev Bras Ciências da Saúde*. 2017 Jun 26;21(3):275–80.
4. Sinzato CR, Taciro C, Pio CDA, Toledo AM De, Cardoso JR, Carregaro RL. Effect of 20 sessions of pilates method on postural alignment and flexibility of young women ; pilot study. *Fisioter e Pesqui*. 2013;20(SEPTEMBER):143–50.
5. Cristóbal RV, Miñarro PAL, Cárceles FA, Ros FE. The effects of the pilates method on hamstring extensibility, pelvic tilt and trunk flexion. Vol. 32, *Nutricion Hospitalaria*. Grupo Aula Medica S.A.; 2015. p. 1967–86.
6. Geremia JM, Iskiewicz MM, Marschner RA, Lehnen TE, Lehnen AM. Effect of a physical training program using the Pilates method on flexibility in elderly subjects. *Age (Omaha)*. 2015 Dec 1;37(6):1–12.
7. Baştuğ G, Ceylan Hİ, Kalfa S. Examining the effects of pilates exercise programs on flexibility performance and body composition in women<p>Bayanlara uygulanan pilates egzersiz programının esneklik performansı ve beden kompozisyonu üzerine olan etkisinin incelenmesi. *Int J Hum Sci*. 2014 Dec 3;11(2):1274.
8. Sato K, Nimura A, Yamaguchi K, Akita K. Anatomical study of the proximal origin of hamstring muscles. *J Orthop Sci*. 2012;17(5):614–8.
9. Vidal Barbier M, Vidal Almiñana T, Almela Zamorano M, Vidal Almiñana M. El acortamiento de los isquiosurales. *Apunt Educ Física y Deport*. 2011;(105):44–50.

10. Tratado de anatomia humana - testut - tomo 1 [Internet]. [cited 2021 Apr 30]. Available from: <https://es.slideshare.net/erikroldan1/tratado-de-anatomia-humana-testut-tomo-1>
11. Berven S, Wadhwa R. Sagittal Alignment of the Lumbar Spine. *Neurosurg Clin N Am* [Internet]. 2018;29(3):331–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nec.2018.03.009>
12. Fitzgerald GK, Wynveen KJ, Rheault W, Rothschild B. Objective assessment with establishment of normal values for lumbar spinal range of motion. *Phys Ther.* 1983;63(11):1776–81.
13. Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach, revisión sistemática | Revista Andaluza de Medicina del Deporte [Internet]. [cited 2021 Apr 23]. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-fiabilidad-validez-las-pruebas-sit-and-reach-X1888754612495328>
14. Quintana Aparicio E, Albuquerque Sendín F. Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. *Osteopat Cient.* 2008;3(3):115–24.
15. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: A meta-analysis [Internet]. Vol. 13, *Journal of Sports Science and Medicine. J Sports Sci Med*; 2014 [cited 2021 May 5]. p. 1–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24570599/>
16. Fiabilidad de los métodos de Schöber modificado-modificado y del inclinómetro doble para medir la flexión y extensión lumbar - PubMed [Internet]. [cited 2021 Apr 12]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8417457/>
17. Tousignant M, Poulin L, Marchand S, Viau A, Place C. The Modified-Modified Schober Test for range of motion assessment of lumbar flexion in patients with low back pain: A study of criterion validity, intra-and inter-rater reliability and minimum metrically detectable change. *Disabil Rehabil.* 2005 May 20;27(10):553–9.
18. Castro MP, Stebbings SM, Milosavljevic S, Bussey MD. Construct validity of clinical spinal

- mobility tests in ankylosing spondylitis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rheumatol* [Internet]. 2016;35(7):1777–87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10067-015-3056-1>
19. von Sperling de Souza M, Brum Vieira C. Who are the people looking for the Pilates method? *J Bodyw Mov Ther*. 2006 Oct;10(4):328–34.
  20. González-Gálvez N, Vaquero-Cristóbal R, Marcos-Pardo PJ. Effect of Pilates Method on muscular trunk endurance and hamstring extensibility in adolescents during twelve weeks training and detraining. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Apr 1;24(2):11–7.
  21. Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. Vol. 92, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011. p. 2071–81.
  22. Alves de Araújo ME, Bezerra da Silva E, Bragade Mello D, Cader SA, Shiguemi Inoue Salgado A, Dantas EHM. The effectiveness of the Pilates method: Reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. *J Bodyw Mov Ther*. 2012 Apr;16(2):191–8.
  23. Stolwijk C, Ramiro S, Vosse D, Landewé R, Van Der Heijde D, Van Tubergen A. Comparison of tests for lumbar flexion and hip function in patients with and without axial spondyloarthritis. *Arthritis Care Res*. 2015;67(4):538–45.
  24. Donahoe-Fillmore B, Fisher MI, Brahler CJ. The Effects of Home-Based Pilates in Healthy College-Aged Women. *J Womens Health Phys Therap*. 2015 May;39(2):83–94.
  25. Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 Mar [cited 2021 May 10];24(3):661–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20145572/>
  26. Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of pilates training on flexibility and body composition: An observational study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004 Dec;85(12):1977–81.

