



*Centre universitari adscrit a la*



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN ENTRENAMIENTO  
PERSONAL Y READAPTACIÓN FÍSICO-DEPORTIVA

Autor: Òscar Soto i Moreno

Director: Dr. Dani Moreno Doutres

## **Readaptación de síndrome de pinzamiento subacromial en población masculina adulta general: propuesta de intervención**

### **Resumen**

El síndrome de pinzamiento subacromial o impingement (SIS) es una tendinopatía producida en la articulación glenohumeral resultando en una compresión del tendón supraespinoso debido a la reducción del espacio subacromial. Es la causa más común de dolor en el hombro, representando alrededor del 50% de las molestias en esta articulación. Se ha asumido que puede ser producido por una **mala alineación de la postura**. Aunque se presupone que el ejercicio físico puede corregir dicha alineación postural, son escasas las investigaciones que respaldan su eficacia. Este estudio investigó la efectividad de un programa de ejercicios centrado en la reducción del ángulo cifótico como posible medida de readaptación del SIS. En este estudio de *N-of-1 trial*, un diseño de estudio clínico experimental para determinar el efecto de una intervención en un único participante de estudio, se incluyó a dos hombres de 21 y 25 años. Se realizó una intervención de 10 semanas, con dos primeras semanas de **pre-tratamiento**. El sujeto 01 inició el trabajo de fuerza y estiramientos durante cuatro semanas, tres días a la semana con sesiones de 60 minutos. El sujeto 02, siguió con el periodo de pre-tratamiento. Finalizadas las cuatro semanas se intercambiaron roles, con un **wash-out period** para el sujeto 01. Se midió el ángulo cifótico con una regla flexicurva antes, durante y después de la intervención y se reportó diariamente el dolor con una Escala Analógica Visual (VAS). Los resultados mostraron mejoras en la percepción de dolor, pero no se demostró una mejora clara en la curvatura cifótica.

**Palabras clave:** Cifosis, rango de movimiento, fuerza, estiramiento.

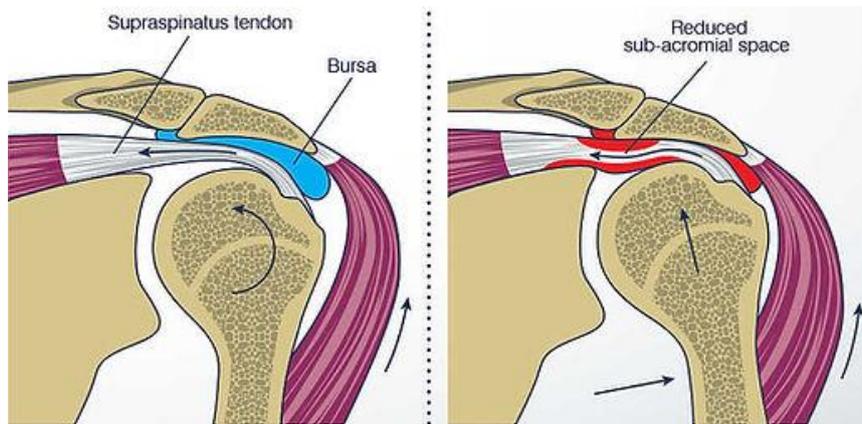
## **Abstract**

Subacromial impingement syndrome (SIS) is a tendinopathy produced in the glenohumeral joint resulting in a compression of the supraspinatus tendon due to the reduction of the subacromial space. It is the most common cause of shoulder pain, accounting for about 50% of the discomfort in this joint. It has been assumed that it may be produced by postural misalignment. Although it is assumed that physical exercise can correct such postural alignment, little research supports its efficacy. This study investigated the effectiveness of an exercise program focused on kyphotic angle reduction as a possible measure of SIS retraining. In this N-of-1 trial study, a clinical experimental study design to determine the effect of an intervention in a single study participant, two men aged 21 and 25 years were included. A 10-week intervention was conducted, with the first two weeks of run-in. Subject 01 began strength and stretching work for four weeks, three days a week with 60-minute sessions. Subject 02 continued with the run-in period. At the end of the four weeks, roles were exchanged, with a wash-out period for subject 01. The kyphotic angle was measured with a flexicurve ruler before, during and after the intervention and pain was reported daily with a Visual Analog Scale (VAS). The results showed improvements in pain perception, but no clear improvement in kyphotic curvature was demonstrated.

**Keywords:** Kyphosis, range of motion, strength, stretch.

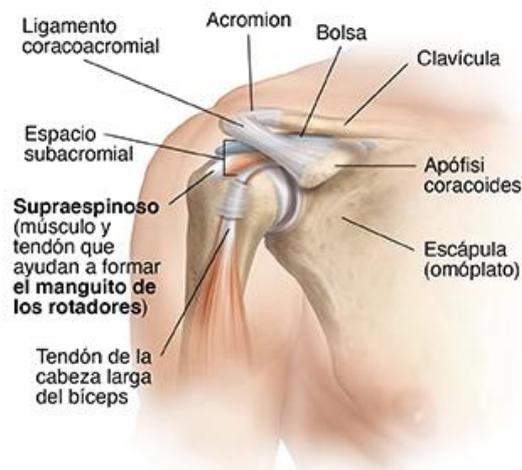
## Introducción

El síndrome de pinzamiento subacromial o impingement (SIS) es la forma más común de dolor en el hombro tanto a nivel deportivo como a nivel laboral<sup>1,2</sup>. El SIS es una tendinopatía<sup>3</sup> que se caracteriza en una reducción del espacio subacromial y el consiguiente pinzamiento o compresión del tendón supraespinoso<sup>2</sup> (Figura 1<sup>4</sup>).



**Figura 1. Síndrome de pinzamiento subacromial**

El SIS ocurre en el hombro, en la articulación glenohumeral<sup>5</sup> (Figura 2<sup>6</sup>), que es altamente móvil en todos los ejes, sacrificando en gran medida la estabilidad proporcionada por las estructuras musculo-tendinosas y ligamentosas<sup>5</sup>.

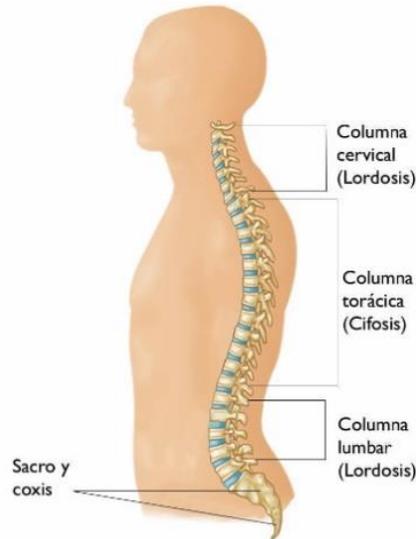


**Figura 2. Articulación del hombro**

Se estima que la prevalencia de molestias en el hombro varía entre el 7% y el 34%<sup>7</sup>. Se presume que el SIS representa aproximadamente el 50% de las molestias<sup>8,9</sup>. En la mayoría de los casos, el SIS puede ser producido por una **mala alineación de la postura** torácica originada por acciones del día a día y por desequilibrios generados por una mala planificación del entrenamiento<sup>10,11</sup>. Asimismo, una mala alineación mantenida de una **cadena cinética** puede llegar a dar lugar a una tensión biomecánica anormal pudiendo comprometer la función muscular llevando a dolor y/o molestias<sup>12</sup>.

Además, se propone cuantificar el comportamiento postural de la cabeza, hombros y columna vertebral, debido a que influyen y están influidos por **variables biomecánicas** y de control motor, como la actividad de los músculos lumbares, la coordinación requerida para controlar la columna, la eficiencia respiratoria, la actividad de los músculos cervicales y la atención cognitiva<sup>13</sup>.

Además, el SIS se ha relacionado con la cifosis torácica y con la elevación del hombro, donde una mejora de la elevación del hombro y reducción de cifosis pueden jugar un papel clave en su prevención<sup>14</sup>. Un estudio realizado por Hunter<sup>1</sup> investigó la relación entre la postura torácica y el rango de movimiento (ROM) con el SIS, concluyendo que las personas con SIS tenían mayor cifosis y extensión torácica menos activa, así como la asociación de una mayor cifosis torácica (Figura 3<sup>15</sup>) con un menor ROM.



**Figura 3. Curvaturas de la columna**

Sin embargo, se debate si la cifosis torácica es un factor importante en el desarrollo del dolor de hombro<sup>16</sup>, aunque su reducción facilita un mayor ROM, relacionado con un menor dolor y pinzamiento subacromial<sup>11,17-20</sup>.

Además, en relación con los desequilibrios producidos por una planificación deficiente del entrenamiento, en un estudio realizado por Kolber<sup>19</sup> se concluyó que el grupo con SIS presentaba una mayor descompensación entre la musculatura protractora y elevadora de la escapula en comparación con la retractora y depresora, lo que a su vez aumenta el riesgo de promover la protracción y elevación escapular, generando compresión en las estructuras del hombro.

En el presente estudio se investiga algo en lo que no existe consenso debido a la escasez de trabajos publicados. Sin embargo, se ha interpretado que el ejercicio físico y ciertas terapias podrían corregir, hasta cierto punto, la alineación postural o función por disminución del dolor, aunque carecen de un respaldo sólido en una amplia base bibliográfica<sup>21</sup>. Por lo tanto, puede ser interesante abordar una mejora en la actitud cifótica y el ROM en la articulación glenohumeral para readaptar y mejorar el dolor del SIS.

Vaughn y Brown<sup>22</sup>, Seid<sup>23</sup> y Jabbar y Gandomi<sup>24</sup>, centrando este último sus dos intervenciones en la National Academy of Sports Medicine<sup>25</sup> y en el programa de corrección de ejercicios de Sahrman<sup>26</sup> para hipercifosis y anteriorización de la cabeza, realizaron ejercicios de fuerza para la musculatura extensora de la espalda, aductora de la escapula, rotadora externa del hombro, flexores profundos del cuello y musculatura depresora de la escapula, con resultados significativos en la reducción del ángulo cifótico.

Por otro lado, se ha observado que los desequilibrios musculares están asociados a trastornos del hombro<sup>11</sup> y un programa dirigido a fortalecer el manguito rotador y los músculos escapulares puede tener éxito en pacientes con SIS<sup>11,18,27</sup>.

Asimismo, se recomienda trabajo de elongación y liberación en la musculatura acortada en una actitud cifótica, como la protractora escapular<sup>17,19,20,22-24,28</sup>, elevadora de la escapula<sup>19</sup> y flexora cervical<sup>24,28</sup>.

Parece ser que, una combinación entre trabajo de fortalecimiento y estiramiento puede producir mejores resultados en la corrección de una actitud cifótica<sup>21,29</sup>.

## **Objetivos**

### *Objetivo general*

El objetivo general del estudio ha sido evaluar los efectos de una intervención de 10 semanas, con cuatro semanas de ejercicio físico (movilidad, estiramientos y ejercicios de fuerza), enfocado en la mejora de la curvatura cifótica en hombres adultos, como posible medida para la readaptación del SIS.

### *Objetivos específicos*

Por otro lado, los objetivos específicos de la investigación han sido los siguientes: en primer lugar, analizar la relación entre el SIS y la cifosis torácica mediante la literatura científica con el fin de fundamentar una intervención de ejercicio físico basada en dicha relación. En segundo lugar, el objetivo ha sido desarrollar un programa de ejercicios orientado a mejorar la curvatura cifótica y ROM como posible herramienta para reducir el dolor producido por el SIS en población masculina adulta general.

## Material y métodos

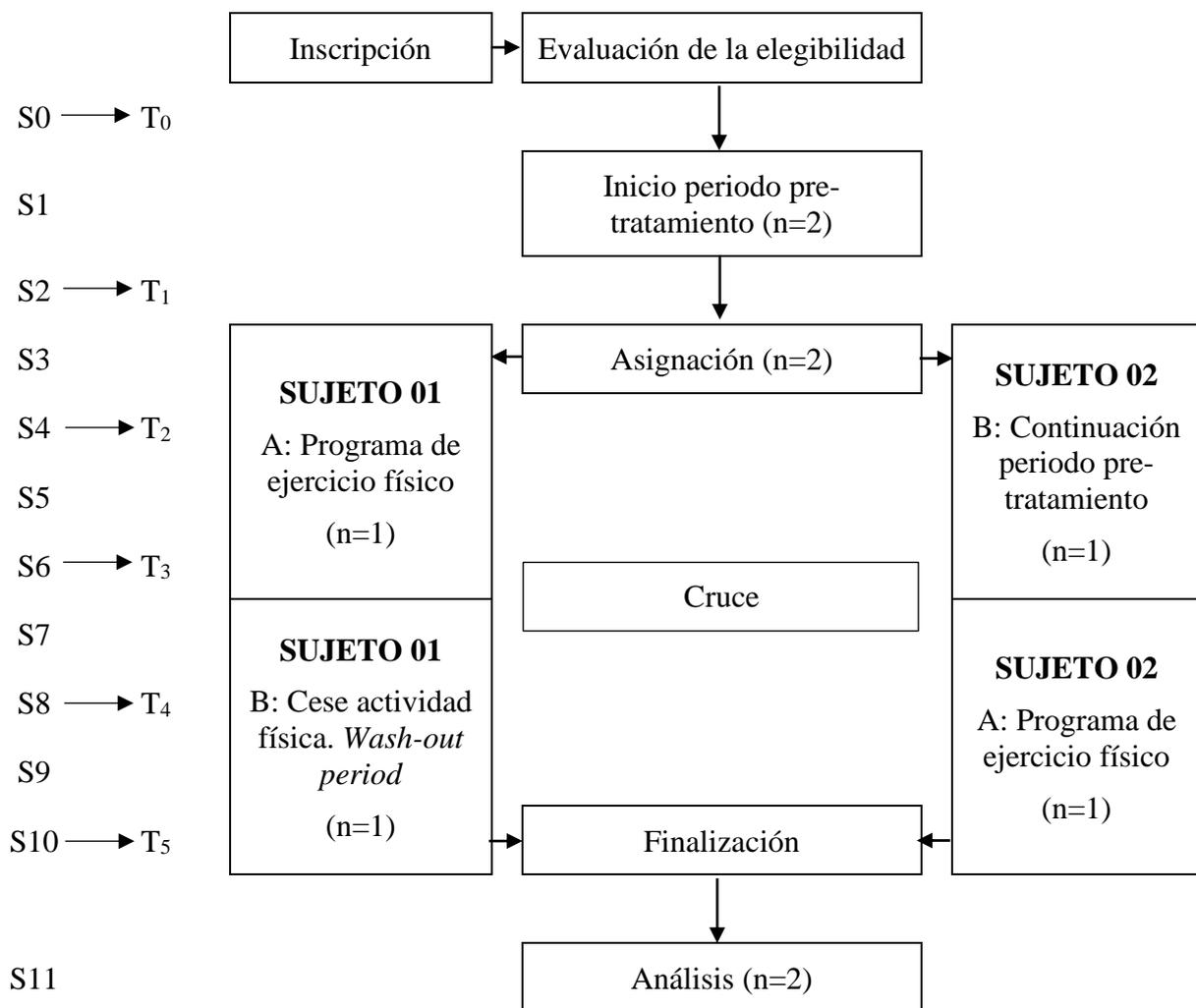
### *Diseño del estudio*

El estudio actual es un *N-of-1 trial* (Figura 4), un diseño de estudio clínico experimental para determinar el efecto de una intervención en un único participante de estudio. Se dividieron los participantes en dos alternativas de intervención: A-B y B-A.

Ambos sujetos, en las dos primeras semanas, realizaron un periodo de **pre-tratamiento** (*run-in*). Finalizado el periodo, el sujeto 01 realizó la dinámica A-B iniciando el periodo de cuatro semanas de ejercicio físico (*treatment period*), mientras, el sujeto 02 siguió en el periodo de pre-tratamiento. Finalizadas las cuatro semanas intercambiaron roles, pasando el sujeto 01 a un *wash-out period* de cuatro semanas para la observación de posibles efectos residuales del programa, y, el sujeto 02, inició el programa de ejercicio físico de cuatro semanas.

Antes de la intervención se realizó una prueba, y cada dos semanas se realizaron revaluaciones hasta la finalización de la intervención, en total seis pruebas. Asimismo, los sujetos reportaron las sensaciones de la articulación afectada en una Escala Analógica Visual (VAS) (Anexo 1).

La intervención de ejercicio físico se realizó de forma autónoma, exceptuando la primera semana, donde acudieron de forma presencial para asegurar una correcta ejecución del programa.



**Figura 4. Estudio de 10 semanas**

*Nota:* Estudio de 10 semanas. S = Semanas; T = Prueba; n = Participantes.

*Población y muestra*

El estudio se centró en una población masculina adulta general, con SIS y con un ángulo cifótico superior a 35° medido mediante flexicurva<sup>22</sup>. Se realizó la búsqueda a través de la difusión del estudio por redes sociales. Los participantes fueron dos hombres de 21 y 25 años.

Los criterios de exclusión fueron: deportistas, la presencia de intervenciones médicas en cadera y/o tren superior, discapacidades físicas, trastornos neuromusculares, fracturas y/o historial de

cirugía de la columna vertebral<sup>23,24</sup> y escoliosis<sup>22,30</sup>. Se considera escoliosis cuando la curvatura lateral de la columna es igual o superior a 10°<sup>31</sup>.

Por otro lado, en lo que respecta a su ocupación, el sujeto 01, de 21 años, ejerce como monitor de sala en un gimnasio municipal, y además, es estudiante de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CAFD). Por su parte, el sujeto 02, de 25 años, trabaja como monitor de comedor en una escuela de educación primaria y es entrenador de fútbol base.

#### *Variables y pruebas de evaluación empleados*

El material que se utilizó para determinar el ángulo cifótico fue la regla flexicurva (50 cm x 2 cm), regla maleable de metal recubierta de plástico que solo puede ser doblada en un plano y una vez doblada conserva su forma<sup>22,23,28,30,32</sup>. Estas mediciones se realizaron pre, durante y post intervención<sup>22-24,28,30</sup> para poder determinar los resultados de la intervención.

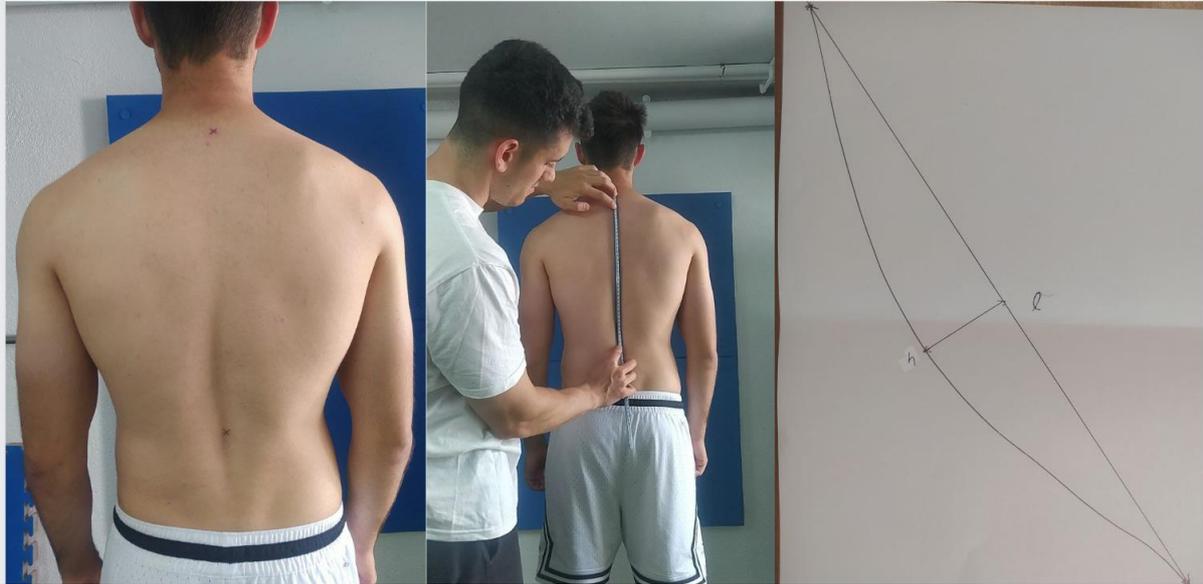
El protocolo seguido con la regla flexicurva fue el siguiente: Se realizaron tres mediciones consecutivas del ángulo de cifosis torácica, realizando un promedio entre las tres mediciones<sup>22,23,30</sup>.

Cada medición siguió el mismo protocolo:

1. Identificación mediante palpación de las apófisis espinosas de la T1 y T12.
2. Marcación cutánea (Figura 5a).
3. Se solicitó a los participantes que inhalasen y exhalasen sin forzar la respiración.
4. Los participantes adoptaron una posición erguida, con el peso distribuido en ambos pies y la mirada recta hacia la pared.
5. Se esperó un minuto antes de ajustar la regla a la columna torácica (Figura 5b), permitiendo que los participantes adoptasen una postura normal para ellos.
6. Se levantó cuidadosamente la regla flexicurva, y se calculó el ángulo de cifosis a partir del trazado (Figura 5c) y su respectiva ecuación<sup>22,23,30</sup>.

$$\text{Ecuación: } \theta = 4 \left[ \text{Arctan} \left( \frac{2H}{L} \right) \right]$$

Donde  $H = \text{Height}$  (máxima altura de la curvatura en centímetros) y  $L = \text{Length}$  (longitud de la curvatura en centímetros).



**Figura 5. Protocolo regla flexicurva**

*Nota:* Imagen izquierda (Figura 5a); marcación cutánea. Imagen central (Figura 5b); colocación regla flexible. Imagen derecha (Figura 5c); trazado.

Por otro lado, se utilizó una escala VAS (Figura 6) para la evaluación del dolor en la articulación afectada<sup>33</sup>. Esta se utilizó de manera diaria, a la misma hora del día (21:00), para intentar reproducir las mismas condiciones y poder evaluar las sensaciones de un día completo.

El VAS se utiliza pidiendo al sujeto que indique la intensidad de dolor o molestia en una línea horizontal de 100 mm de largo, etiquetada en un extremo como “sin dolor” y en el extremo contrario “peor dolor posible”. Esto permite al sujeto que equipare la longitud de la línea con la cantidad de dolor que experimenta<sup>34</sup>.

Las puntuaciones del VAS son las siguientes: mm 0 = No dolor; mm 20 = Sin dolor en reposo; mm 35 = ligero dolor en reposo, moderado dolor en movimiento; mm 63 = Dolor moderado en

reposo, dolor severo en movimiento; mm 70 = Dolor severo en reposo y en movimiento; mm 100 = Peor dolor posible.



**Figura 6. VAS**

### *Procedimientos y/o intervención*

La intervención (Anexo 2) tuvo una duración de 10 semanas<sup>21,24</sup>, tanto para el sujeto 01 como para el sujeto 02. Ambos grupos realizaron trabajo de fuerza, estiramientos y automobilización durante cuatro semanas<sup>21,24</sup>, 3 veces por semana<sup>21,23,24,30,35</sup> con una duración por sesión de aproximadamente 60 minutos<sup>24,30</sup>. Un total de 12 sesiones de trabajo a lo largo de cuatro semanas.

Para el trabajo de fuerza se realizaron ejercicios de fuerza para la musculatura extensora de la espalda (erectores espinales), aductora de la escapula (trapecio medio, romboide mayor y menor), rotadora externa del hombro (infraespinoso y redondo menor), flexores profundos del cuello y musculatura depresora de la escapula (trapecio inferior).

El trabajo de estiramiento y automobilización se centró en la musculatura protractora escapular (serrato anterior y pectoral menor), elevadora de la escapula (trapecio superior y angular de la escapula) y flexora cervical (esternocleidomastoideo).

Cada sesión incluyó 2 ejercicios de automobilización, 2 ejercicios de estiramientos y 3 ejercicios de activación o fortalecimiento<sup>22-24,28,36</sup>.

Previamente al programa de ejercicios, se realizó un calentamiento (Anexo 3) con el fin de preparar al sujeto para el objetivo principal y, al finalizar el programa, una vuelta a la calma (Anexo 4) para volver a un estado basal.

La progresión de los ejercicios se basó en las características del sujeto y en el principio de sobrecarga progresiva, viéndose reflejado en el número de series, repeticiones y duración (en ejercicios isométricos)<sup>22-24,30</sup>.

#### *Consideraciones éticas*

Todos los participantes recibieron una hoja informativa del estudio y completaron y firmaron el consentimiento informado (Anexo 5). Dichos documentos se firmaron previamente al inicio de la intervención con el fin de garantizar la confidencialidad y protección de datos de cada sujeto, asimismo, se adjudicó un código de reemplazo de nombre.

Asimismo, se manifestó el derecho de voluntariedad en la participación del estudio e investigación, garantizando su renuncia o abandono en la investigación, así como la exclusión de sus datos del estudio si el sujeto lo solicitase.

#### *Análisis estadístico empleado*

El análisis estadístico utilizado se realizó de forma individual para cada sujeto y para cada prueba. Se tomó en cuenta que cada sujeto respondería de manera distinta, ya que se esperaban resultados variados entre los sujetos. Por esta razón, se descartó el uso de un enfoque estadístico colectivo.

#### *Curvatura cifótica*

Los datos y resultados de los grados de curvatura cifótica de cada sujeto a partir de la regla flexicurva se han graficado (referencia cruzada a gráfico) a través del promedio de las tres tomas del mismo día tal y como indicaba el protocolo<sup>22,23,30</sup>. Por otro lado, también se ha analizado la evolución a través de la mediana simple, herramienta que parece ser la opción más

real del periodo ya que un número superior o inferior puede despuntar de la realidad, dando resultado a una gran diferencia entre tomas de datos del mismo día y con el mismo evaluador (Tabla 1).

ID: 001									
Test	H1	L1	$\theta$ 1	H2	L2	$\theta$ 2	H3	L3	$\theta$ 3
T0	3,4	30	51,1	3,3	29,7	50,1	3,4	29,7	51,6
T1	3,6	33,6	48,4	3,5	33,6	47,1	3,6	33,2	48,9
T2	3,4	31,6	48,6	3,5	31,5	50,1	3,7	31,4	53,0
T3	3,7	30	55,4	3,8	29,8	57,2	3,7	30	55,4
T4	3,6	30,7	52,8	3,4	30,2	50,8	3,5	31	50,9
T5	4	31,5	57,0	3,6	33	49,2	3,6	33	49,2

ID: 002									
Test	H1	L1	$\theta$ 1	H2	L2	$\theta$ 2	H3	L3	$\theta$ 3
T0	3,1	30,5	46,0	3,2	30,7	47,1	3,6	29,7	54,5
T1	4,3	31,6	60,9	4,3	31,6	60,9	4,3	31,9	60,4
T2	3,4	30	51,1	3,4	30,3	50,6	3,5	30,6	51,5
T3	3,1	30,4	46,1	3,2	30,4	47,6	3,55	30,4	52,6
T4	3,2	30,3	47,7	3,3	31	48,1	3,1	29,8	47,0
T5	3,1	31	45,2	3,5	30,2	52,2	3,3	30,6	48,7

**Tabla 1. Cambio intra-pruebas e inter-pruebas**

*Nota:* En filas se agrupan las tomas de datos del mismo día. Diferenciadas por tonos y números; Toma 1, Toma 2 y Toma 3 del mismo día. H = *Heigh*; L = *Lenght*;  $\theta$  = Grados.

Por otro lado, también se ha observado cuál de las dos variables, H o L, tiene mayores efectos en el resultado del ángulo cifótico (Figura 7). Para determinar la predominancia en la ecuación se ha utilizado como referencia la mediana simple de H y L de ambos sujetos, siendo 3,5 cm para H y 30,5 cm para L. Estos datos se han agrupado en el centro de cada grupo de columnas (Figura 7a); cambiando  $\pm 0,1$  cm (variación de hasta 1 cm) en H y fijando L en un grupo y, al contrario, en el siguiente grupo de columnas. Seguidamente, se ha observado la desviación estándar que supone variar  $\pm 0,1$  cm en H y en L y la diferencia en grados entre el primer dato del resultado y del último.

Los resultados tanto como de desviación estándar (resultado variando H = 4,7 / resultado variando L = 3,7) y diferencia entre primer dato y último (resultado variando H = 14,3° / resultado variando L = 12,8°) indican que un cambio absoluto en H supone más variación sobre la ecuación.

De la misma manera, se ha observado cómo se alteraban las variables en ambos sujetos (Figura 7b), observando la desviación estándar y promedio en H y en L para cada sujeto, generando un promedio de variación a través de ambos resultados (% variación = desviación estándar / promedio \* 100) para cada variable. En el sujeto 01, de manera relativa, variaron por igual H (4,8%) y L (4,5%), pero, siendo superior su variabilidad para el sujeto 02 en H (12%) que en L (2%). Por lo que se justifica el uso de la mediana simple para igualar las condiciones en ambos sujetos y favorecer una mejor comparativa inter e intra sujeto.

Influencia de L y H en la ecuación del ángulo cifótico					
H cambia	L mantiene	Resultado	H mantiene	L cambia	Resultado
3	30,5	44,5	3,5	30	52,5
3,1	30,5	46,0	3,5	30,1	52,4
3,2	30,5	47,4	3,5	30,2	52,2
3,3	30,5	48,8	3,5	30,3	52,0
3,4	30,5	50,3	3,5	30,4	51,9
<b>Mediana</b>	<b>3,5</b>	<b>51,7</b>	<b>3,5</b>	<b>30,5</b>	<b>51,7</b>
3,6	30,5	53,1	3,5	30,6	51,5
3,7	30,5	54,6	3,5	30,7	51,4
3,8	30,5	56,0	3,5	30,8	51,2
3,9	30,5	57,4	3,5	30,9	51,1
4	30,5	58,8	3,5	40	39,7
Desv. est.		4,7			3,7
Diferencia		14,3			12,8

Sujeto 01	Desviación	Promedio	% Variación
H	0,2	3,6	4,8
L	1,4	31,3	4,5

Sujeto 02	Desviación	Promedio	% Variación
H	0,4	3,5	12
L	0,6	30,6	2

**Figura 7. Predominancia de las variables H y L sobre la ecuación y los resultados**

*Nota:* Imagen izquierda (Figura 7a); muestra la influencia de L y H en la ecuación del ángulo cifótico. Negro = Mediana simple de H y L de todos los datos; Gris claro = Desviación estándar correspondiente a la columna superior; Gris oscuro = Diferencia entre el primer dato y el último correspondiente a la columna superior. Imagen derecha (Figura 7b); porcentaje de variación de cada variable para cada sujeto.

Por lo tanto, debido a los resultados y la difícil lectura de este instrumento y sus resultados, el análisis estadístico elegido para los resultados de la prueba de curvatura cifótica ha sido el observacional.

## VAS

Por otro lado, se ha demostrado que la escala analógica visual es muy sensible a cambios y permite el rápido cumplimiento por parte de los encuestados<sup>34</sup>, por lo que ha acabado siendo la herramienta más precisa y sencilla para el análisis de los datos y los cambios producidos en el estudio.

Para el análisis estadístico del VAS se ha utilizado el *Percentatge of Non overlapping Data* (PND), medida utilizada en el análisis de series temporales y diseños de estudio para valorar la efectividad de una intervención, mayoritariamente, en estudios de diseño de caso único<sup>37</sup>.

El PND permite analizar la mejora a través del porcentaje cambio<sup>37</sup>. Para ello se ha analizado el promedio del *run-in* para cada sujeto, trazándose una línea de base horizontal para observar los días en que los sujetos se encontraban por debajo de este promedio, es decir, con menor sensación de molestia o dolor, separado por fases, extrayendo así un porcentaje de mejora para cada fase y para cada sujeto (Figura 9 y Figura 12).

Además, en el sujeto 02 se decidió excluir la segunda semana para el cálculo del promedio de la línea de base debido a un periodo vacacional, con el fin de omitir cualquier dato que estuviera fuera de la normalidad y que no representase la condición real del sujeto (Tabla 2).

ID: 002							
Fecha	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
27-mar	1	1	1	2	1	1	1
03-abr	0	0	0	0	0	0	0
10-abr	0	0	0	0	0	0	0
17-abr	0	0	0	1	1	0	0
24-abr	0	0	1	1	1	1	0
01-may	0	0	1	1	0	0	1
Promedio Run-in con periodo vacacional:	0,4						
Promedio Run-in sin periodo vacacional:	0,5						

**Tabla 2. Comparación entre run-in period con y sin periodo vacacional**

Nota: Los colores y números indican la intensidad del dolor. En las dos filas de abajo se representa el promedio con y sin periodo vacacional. Negro = Periodo vacacional.

Asimismo, se ha complementó el PND con un análisis estadístico observacional para un mejor análisis de los resultados.

## **Resultados**

Los resultados (Anexo 6 y Anexo 7) obtenidos en este estudio proporcionan una visión detallada de los hallazgos de la intervención.

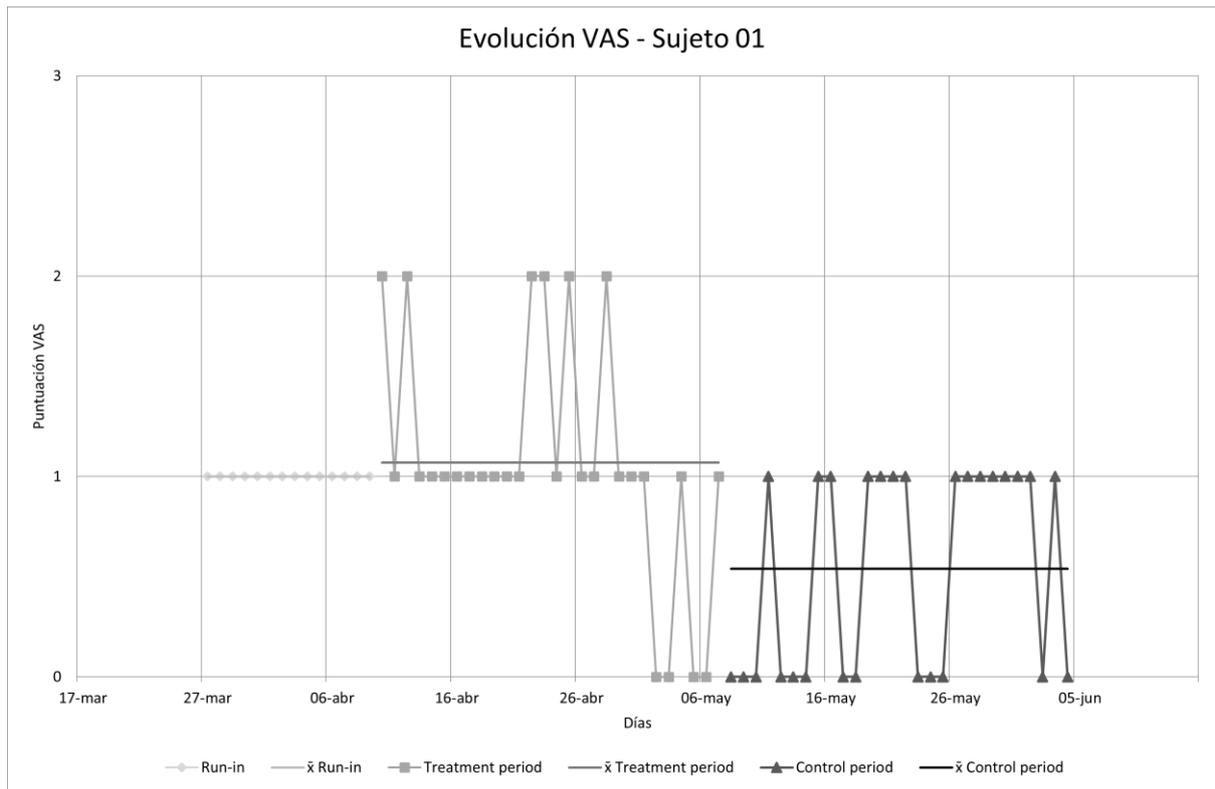
Se representan en primer lugar los resultados del VAS seguidamente del ángulo cifótico debido a los hallazgos mostrados en el análisis estadístico.

### *Sujeto 01*

Respecto al sujeto 01, en la evolución del dolor y/o molestia reportada en el VAS (Figura 8) se ha podido observar un patrón uniforme a lo largo del periodo de pre-tratamiento. El sujeto experimentó una sensación de dolor baja, mantenida y sin variabilidad, teniendo molestias en la articulación afectada únicamente cuando la movilizaba.

Durante el periodo de ejercicio físico, el sujeto experimentó una fluctuación de dolor entre moderada y baja, vivenciando ligero dolor en reposo durante las tres primeras semanas y mejorando los resultados en la última, donde por primera vez llegó a fluctuar entre asintomático y dolor únicamente al movilizar la articulación.

En cuanto al periodo de *wash-out*, se observan efectos residuales del tratamiento durante las dos primeras semanas, los cuales se estabilizaron y volvieron a los valores iniciales en las dos últimas semanas.



**Figura 8. Evolución del VAS en sujeto 01**

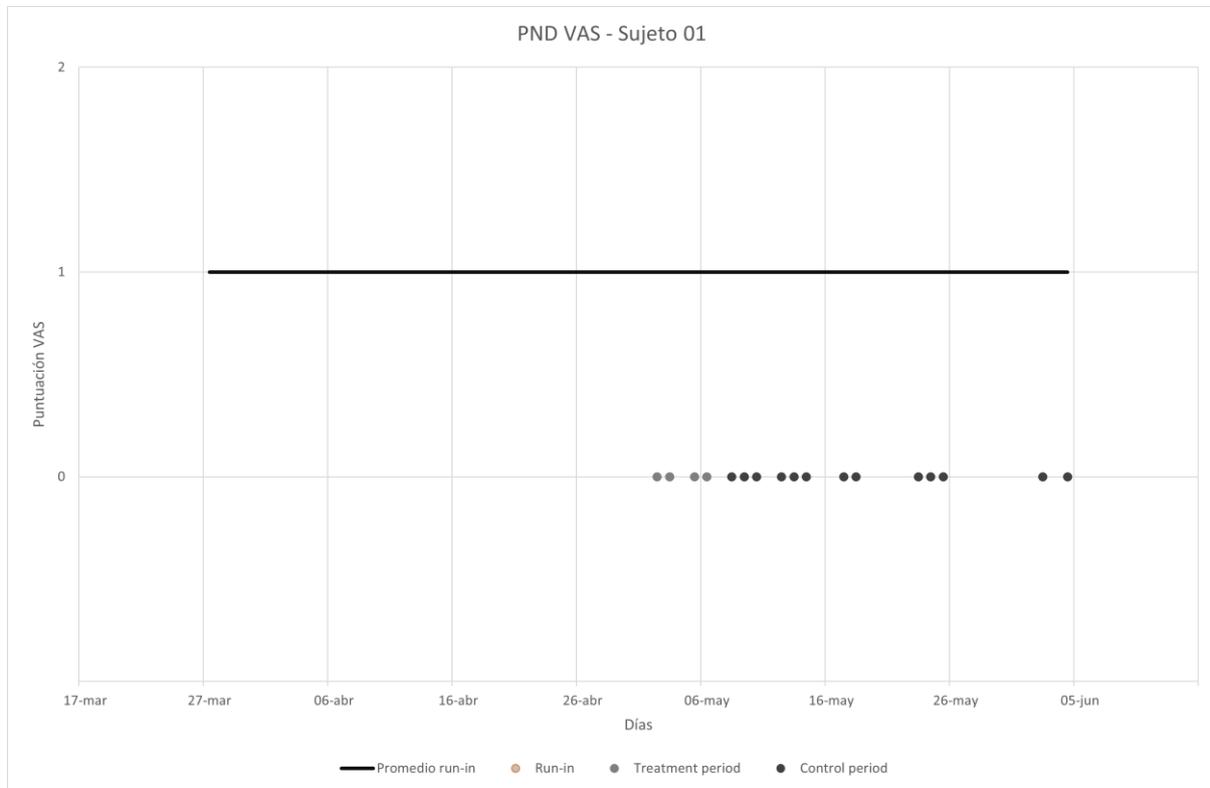
*Nota:* Eje horizontal primario = Periodo de tiempo separado por 14 días; Eje vertical primario = Puntuación VAS; Puntos = Escala de dolor reportada diariamente separados por periodos: Gris claro = *Run-in*; Gris oscuro = *Treatment period*; Negro = *Control period*; Líneas continuas = Promedio ( $\bar{x}$ ) de cada fase: Gris claro = Promedio *run-in*; Gris oscuro = Promedio *treatment period*; Negro = Promedio *control period*.

Asimismo, según el PND (Figura 9), se ha podido observar que en el primer periodo; *run-in*, no hay ningún día que esté por debajo del promedio (0%).

En el segundo periodo; *treatment period*, cuatro días de veintiocho (14,3%) el sujeto se encontró por debajo del promedio y por lo tanto asintomático.

En la última etapa del periodo; *control period*, el sujeto consiguió trece de veintiocho días por debajo del promedio (46,4%), representando cada periodo una mejora respecto el inicial y el anterior, y un efecto residual de las adaptaciones.

Por otro lado, es importante destacar que, a pesar de que el promedio de los períodos (Figura 8) indica un empeoramiento en el segundo período, se ha observado un mayor número de días en los que el sujeto se encontró asintomático en comparación con el período inicial (*run-in*).

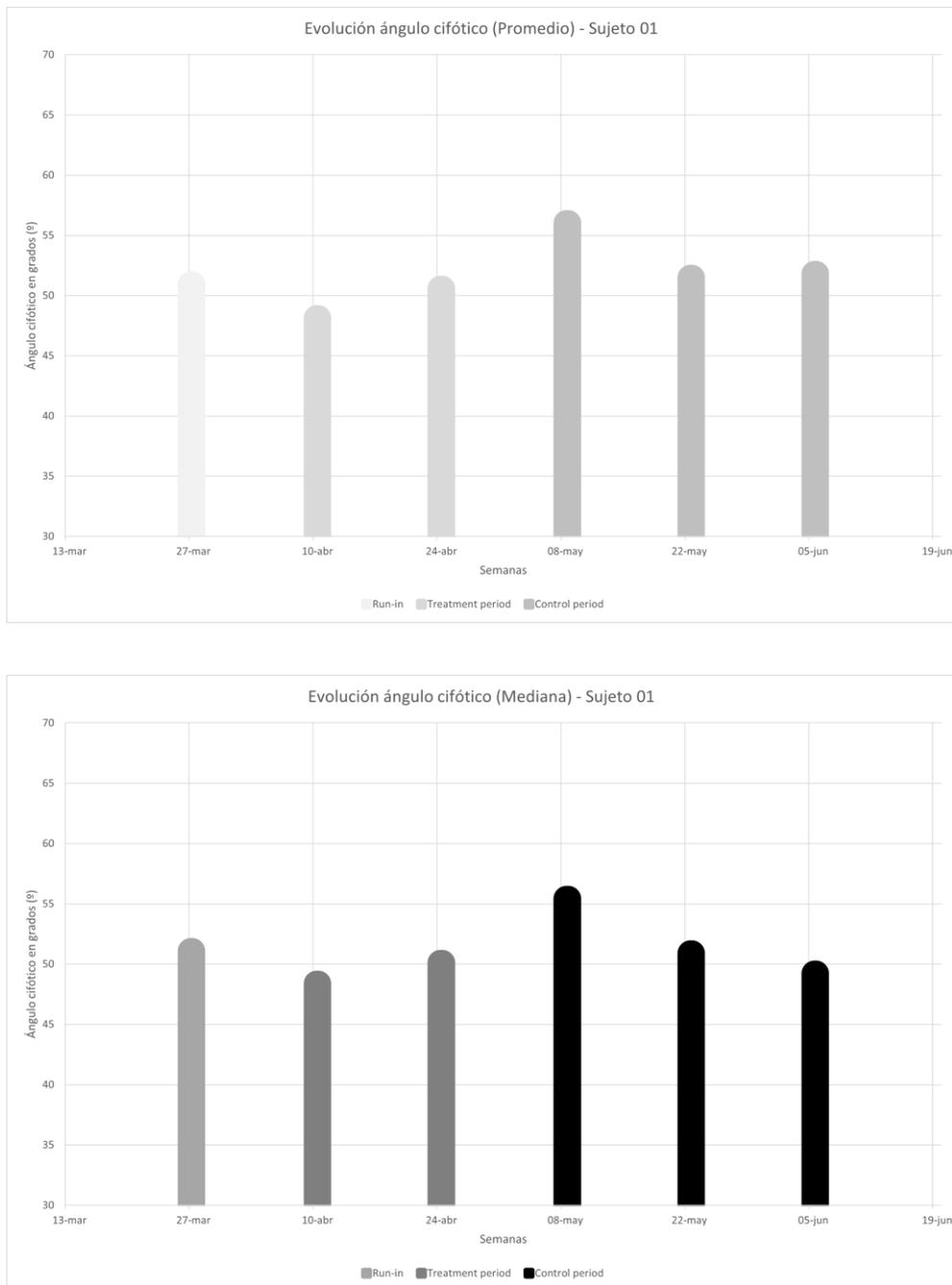


**Figura 9. PND en VAS en sujeto 01**

Nota: Eje horizontal primario = Período de tiempo separado por 14 días; Eje vertical primario = Puntuación VAS; Puntos = Escala de dolor reportada diariamente separados por periodos: Gris claro = *Run-in*; Gris oscuro = *Treatment period*; Negro = *Control period*; Línea continua negra = Promedio *run-in*.

Por otro lado, en la evolución del ángulo cifótico (Figura 10) se muestra tanto para el gráfico del promedio (Figura 10a) como de la mediana simple (Figura 10b), una mejora en el *treatment period* respecto al *run-in* desde el principio ( $T_1$ ), siendo ligeramente superior la curvatura cifótica en la segunda parte del periodo ( $T_2$ ). En el *control period*, el sujeto superó los datos del *run-in* en la primera toma ( $T_3$ ) y mejoró progresivamente en las últimas tomas de datos,

siendo el  $T_5$  superior al  $T_0$  en la evolución según el promedio y ligeramente inferior en la evolución según la mediana simple.



**Figura 10. Evolución del ángulo cifótico en sujeto 01**

*Nota:* Gráfico superior (Figura 10a); Evolución ángulo cifótico (promedio). Barras = Promedio de las tres tomas de datos de cada prueba separado por periodos: *Run-in* =  $T_0$ ; *Treatment period* =  $T_1$  y  $T_2$ ; *Control period* =  $T_3$ ,  $T_4$  y  $T_5$ . Gráfico inferior (Figura 10b); Evolución ángulo cifótico (mediana). Barras

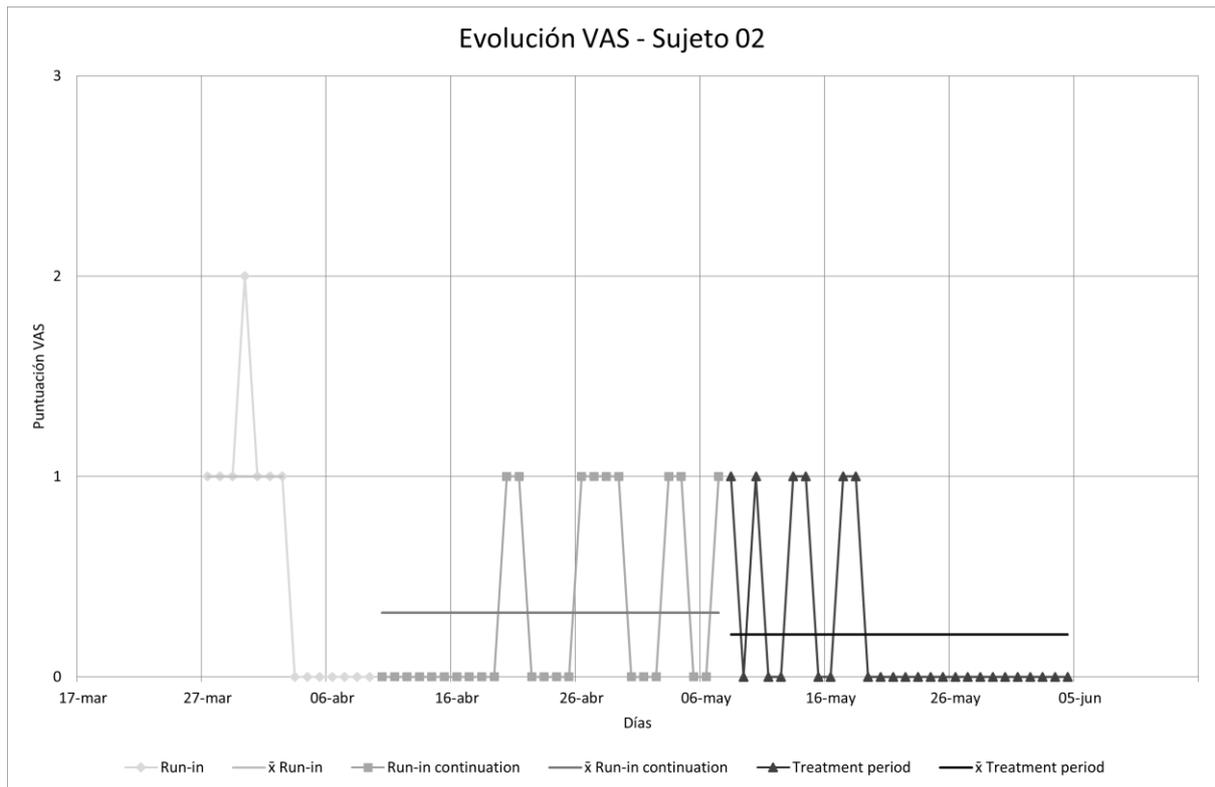
= Mediana simple de las tres tomas de datos de cada prueba separado por periodos: *Run-in* = T<sub>0</sub>; *Treatment period* = T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>; *Control period* = T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>.

Finalmente, se puede observar que, en el sujeto 01, el ángulo cifótico es inversamente proporcional a la escala de dolor, dando resultados más altos en curvatura cifótica cuando hay menor presencia de dolor.

### *Sujeto 02*

Por otro lado, en relación con la evolución del VAS en el sujeto 02 (Figura 11), se observa un único reporte de ligero dolor en reposo durante todo el periodo de pre-tratamiento. Es importante destacar que, durante la segunda semana de pre-tratamiento, el sujeto informó sobre un periodo vacacional que se excluyó del cálculo del promedio. Durante este período, el sujeto no experimentó dolor y esta situación se mantuvo durante una semana más. Sin embargo, en las últimas tres semanas del *run-in continuation*, el sujeto volvió a experimentar fluctuaciones entre un ligero dolor al moverse y la ausencia de dolor.

Una vez iniciado el programa de ejercicio físico, se observa que durante las dos primeras semanas el sujeto experimentó sensación de molestia y/o dolor, siendo menor en la segunda semana y reduciéndose a asintomático en las últimas dos semanas.



**Figura 11. Evolución del VAS en sujeto 02**

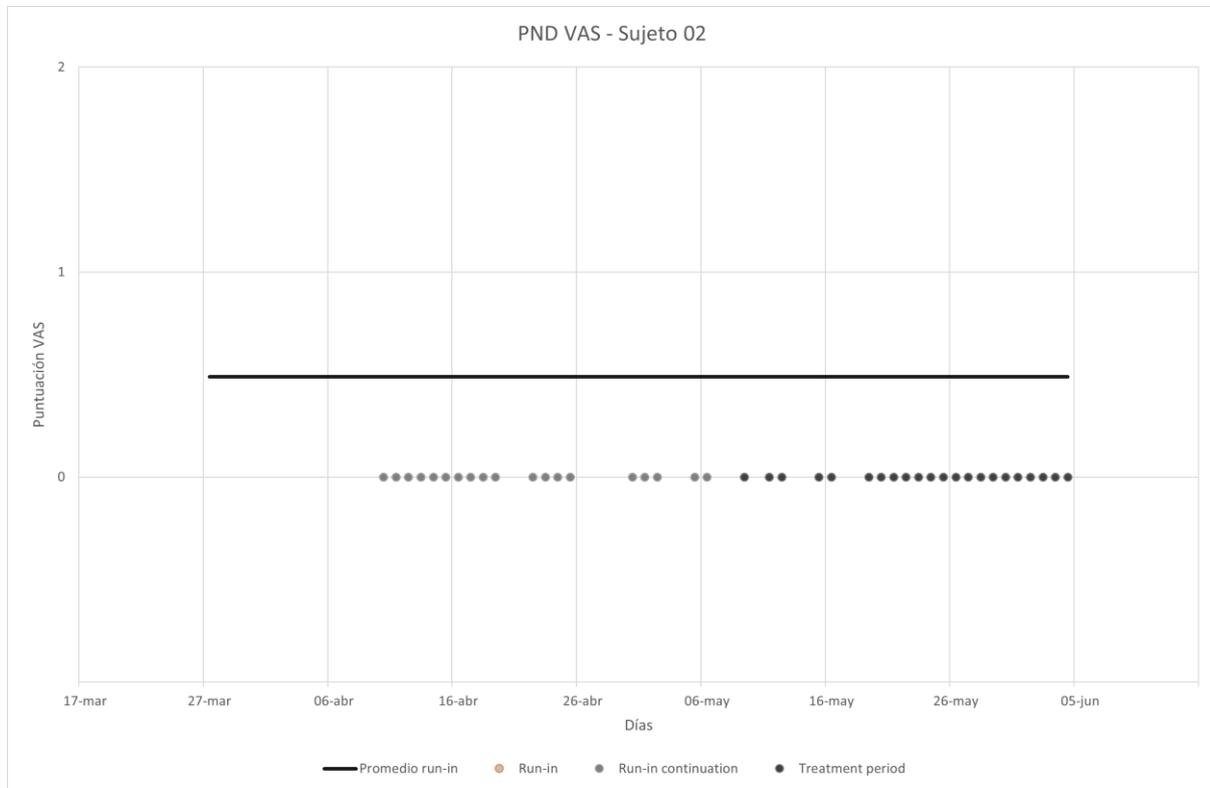
*Nota:* Eje horizontal primario = Periodo de tiempo separado por 14 días; Eje vertical primario = Puntuación VAS; Puntos = Escala de dolor reportada diariamente separados por periodos: Gris claro = *Run-in*; Gris oscuro = *Run in continuation*; Negro = *Treatment period*; Líneas continuas = Promedio ( $\bar{x}$ ) de cada fase: Gris claro = Promedio *run-in*; Gris oscuro = Promedio *run-in continuation*; Negro = Promedio *treatment period*.

Además, según el PND (Figura 12), se ha podido observar que en el primer periodo; *run-in*, no hubo ningún día que estuviese por debajo del promedio (0%).

En el segundo periodo; *run-in continuation*, diecinueve días de veintiocho (67,9%) el sujeto se encontró por debajo del promedio y por lo tanto asintomático.

En la última etapa del periodo; *treatment period*, el sujeto consiguió veintidós de veintiocho días por debajo del promedio (78,6%), representando una mejora en el periodo final respecto al *run-in* completo (*run-in* y *run-in continuation*).

Asimismo, se ha observado una mejora tanto en el promedio de los periodos como en el PND a medida que avanzaban las semanas, teniendo mayores días asintomáticos durante el *treatment period*, especialmente las últimas dos semanas.

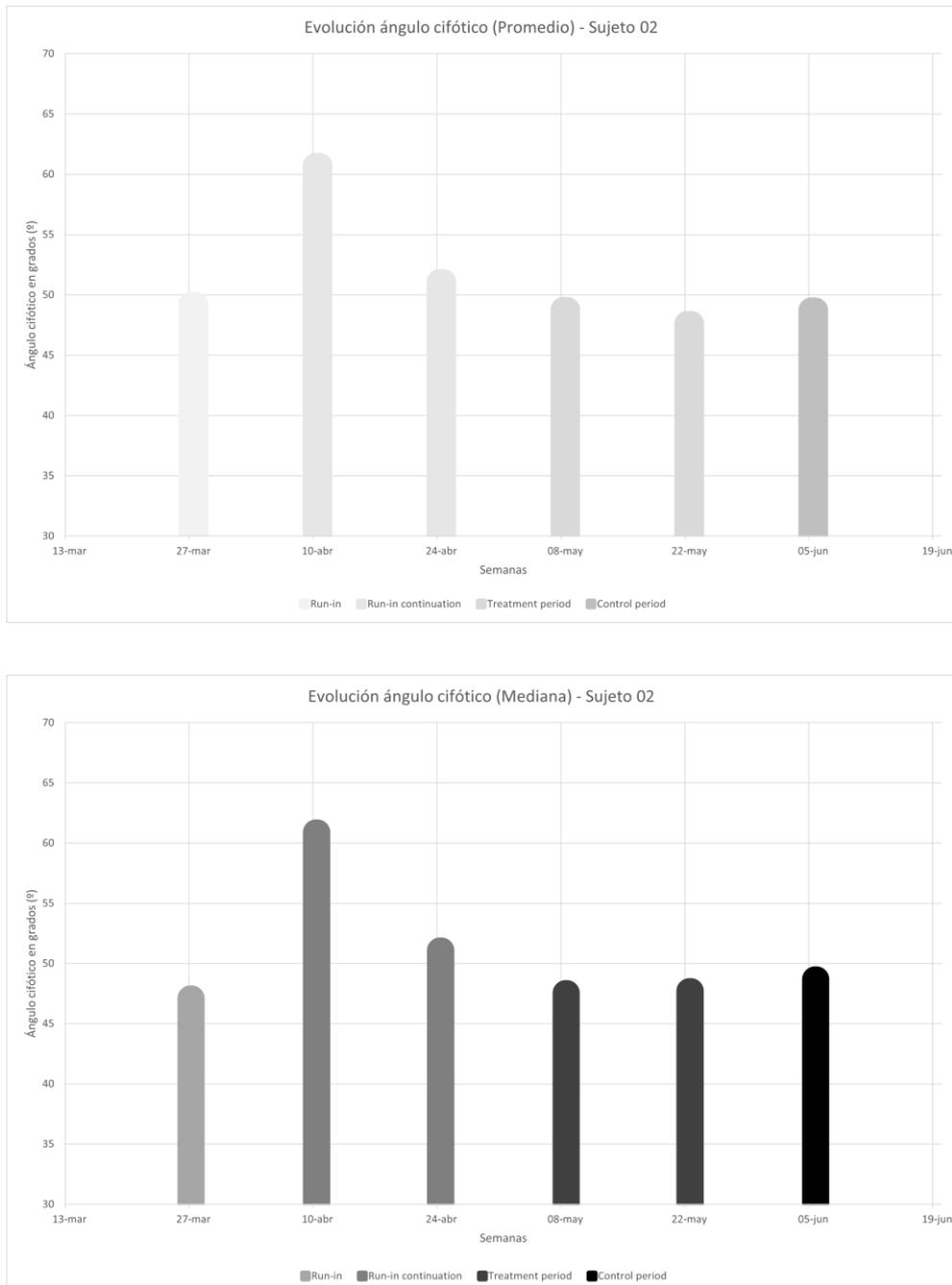


**Figura 12. PND en VAS en sujeto 02**

Nota: Eje horizontal primario = Periodo de tiempo separado por 14 días; Eje vertical primario = Puntuación VAS; Puntos = Escala de dolor reportada diariamente separados por periodos: Gris claro = *Run-in*; Gris oscuro = *Run-in continuation*; Negro = *Treatment period*; Línea continua negra = Promedio *run-in*.

En cambio, para la evolución del ángulo cifótico (Figura 13), se muestra tanto para el gráfico del promedio (Figura 13a) como de la mediana simple (Figura 13b), un empeoramiento en el *run-in continuation* respecto al *run-in* desde el principio ( $T_1$ ), siendo considerablemente inferior la curvatura cifótica en la segunda parte del periodo ( $T_2$ ), sin llegar a ser inferior que en  $T_0$ . En el *treatment period* ( $T_3$  y  $T_4$ ) el sujeto mejoró los datos del *run-in* en el gráfico del

promedio y los igualó en la mediana. Por último, en el *control period* ( $T_5$ ) se observa en ambos gráficos que el sujeto recuperó sus valores iniciales, superando ligeramente al  $T_0$  en el gráfico de la mediana.



**Figura 13. Evolución del ángulo cifótico en sujeto 02**

*Nota:* Gráfico superior (Figura 13a); Evolución ángulo cifótico (promedio). Barras = Promedio de las tres tomas de datos de cada prueba separado por periodos; *Run-in* =  $T_0$ ; *Run-in continuation* =  $T_1$  y  $T_2$ ;

*Treatment period* = T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>; *Control period* = T<sub>5</sub>. Gráfico inferior (Figura 13b); Evolución ángulo cifótico (mediana). Barras = Mediana simple de las tres tomas de datos de cada prueba separado por periodos; *Run-in* = T<sub>0</sub>; *Run-in continuation* = T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>; *Treatment period* = T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>; *Control period* = T<sub>5</sub>.

Por lo tanto, se puede observar que, en el sujeto 02, el ángulo cifótico no concuerda con los resultados en la percepción de dolor de la escala VAS, dando resultados más altos en curvatura cifótica cuando hay menor presencia de dolor en el *run-in continuation* frente al *run-in*, e igualando los resultados de curvatura cifótica en el *treatment period* con el *run-in*, cuando en los resultados del VAS es significativamente inferior el *treatment period*.

## Discusión

En el presente estudio, se evaluó la evolución del dolor y/o molestia reportada en la escala VAS y la curvatura cifótica en dos sujetos con dos alternativas de intervención diferentes; sujeto 01 alternativa A-B y sujeto 02 alternativa B-A.

Las intervenciones realizadas con mujeres<sup>23,28</sup> se tuvieron en cuenta únicamente para respaldarse en el uso de la regla flexicurva, en el uso de una pre y post prueba de la curvatura cifótica, en la temporalización del protocolo y para el tipo de protocolo, donde la mayoría de los estudios<sup>22-24,28,30</sup>, tanto en hombres como mujeres, se respaldan en trabajar el fortalecimiento y el estiramiento de las estructuras afectadas e involucradas en una actitud cifótica.

El análisis de la evolución del dolor y la percepción de los sujetos 01 y 02 en este estudio proporciona información sobre los efectos de un programa de ejercicio físico en la reducción del dolor en la articulación glenohumeral producida por pinzamiento del tendón del supraespinoso y en la mejora de la curvatura cifótica en población masculina adulta.

En el caso del sujeto 01, se observó un patrón uniforme de dolor bajo y constante durante *run-in*, con molestias principalmente al movilizar la articulación. Por otro lado, en el caso del sujeto 02, se encontró una fluctuación en la percepción de dolor durante el periodo de *run-in*, teniendo un ligero dolor en reposo en una ocasión. Asimismo, el sujeto 02, mejoró durante un proceso vacacional al reposar la articulación. Estos hallazgos indican que el dolor articular puede manifestarse principalmente durante el movimiento y ser menos perceptible en reposo<sup>38</sup>. Por otro lado, el sujeto 02, posteriormente al periodo vacacional, permaneció asintomático durante una semana más, recuperando posteriormente sus valores iniciales. Información que podría indicar que la inmovilización o terapia pasiva puede no ser útil o tener efectos residuales a lo largo del tiempo<sup>39</sup>.

Durante el periodo de ejercicio físico, ambos sujetos aumentaron la sensación de dolor la primera semana del tratamiento respecto la primera y última semana del *run-in*, molestia que puede venir producida principalmente por la movilización y ejercitación de la zona afectada<sup>38</sup>. Asimismo, el sujeto 01 experimentó una fluctuación de dolor entre moderado y bajo, vivenciando dolor en reposo durante las tres primeras semanas y con una mejora significativa en la última semana, llegando a estar asintomático. Sin embargo, en el caso del sujeto 02, una vez iniciado el programa de ejercicio físico, se observó una reducción progresiva del dolor, alcanzando un estado asintomático en las últimas dos semanas del programa. Estos resultados sugieren la efectividad de la implementación de un programa de fuerza, estiramientos y automovilización centrado en la mejora de los desequilibrios musculares del complejo escapulo-humeral para mejorar la percepción del dolor en la articulación glenohumeral producida por el SIS en esta población<sup>11,18,27</sup>.

También, es importante destacar que, en el sujeto 01, a pesar de que el promedio de los períodos (Figura 8) indica un empeoramiento en el segundo período (*treatment period*) debido al incremento del dolor en las primeras semanas, se ha observado en el PND (Figura 9) un mayor número de días en los que el sujeto se encontró asintomático en comparación con el *run-in*. Asimismo, en el caso del sujeto 02, se muestra una relación directa entre el promedio (Figura 11) y el PND (Figura 12) en todos los periodos. Estos datos parecen indicar que una combinación del PND con un análisis observacional puede potenciar la obtención de conclusiones más sólidas y un análisis más exhaustivo de los resultados<sup>40</sup>.

Por otro lado, en el sujeto 01, se observaron efectos residuales significativos del tratamiento tras un periodo de cuatro semanas sin ejercicio, especialmente las dos primeras semanas del periodo *wash-out*, recuperando en cierta medida sus valores anteriores en las dos últimas, datos que parecen indicar que los beneficios del programa de ejercicio físico pueden persistir por un tiempo limitado<sup>41</sup>.

En relación con el ángulo cifótico, se han observado resultados contradictorios en ambos sujetos, asimismo, en ningún caso se demostró una mejora clara en la curvatura cifótica. En el caso del sujeto 01, se encontró que el ángulo cifótico era inversamente proporcional a la escala de dolor, es decir, a mayor curvatura cifótica, menor presencia de dolor. Mientras tanto, en el caso del sujeto 02, se encontró una curvatura cifótica más alta durante el periodo de *run-in continuation* en comparación con el *run-in* inicial, a pesar de reportar un menor dolor en la escala VAS. Estos hallazgos indican que la relación entre la curvatura cifótica y la percepción del dolor puede ser compleja y variar entre individuos<sup>21</sup>, así como demostrar la dificultad de la utilización de la regla flexicurva<sup>42</sup>. Asimismo, parece ser que, debido a la diferencia entre tomas de datos de la misma prueba (curvatura cifótica mediante regla flexicurva), la opción más consistente es la mediana, que, con presencia de valores atípicos puede ser una medida más confiable y útil para obtener una mejor estimación de la ubicación central de los datos<sup>43</sup>.

Por otro lado, la metodología de análisis para el VAS ha sido la mejor herramienta de las utilizadas para determinar si la propuesta ha sido eficaz. Esto se debe a su alta sensibilidad a los cambios y al rápido cumplimiento por parte de los encuestados<sup>34</sup>. El VAS ha cumplido con los objetivos del estudio, que ha sido demostrar la mejora de la sensación de dolor para ambos sujetos, presentando efectos residuales en uno de ellos. Por lo que una intervención centrada en la mejora de la curvatura cifótica y ROM parece indicar buenos resultados en la readaptación del SIS, aunque no se ha podido demostrar que mejore la curvatura cifótica debido a los resultados de la prueba con la regla flexicurva.

Sin embargo, también es importante tener en cuenta las diferencias individuales y el punto de partida de los participantes, donde se ha observado que el sujeto 01 parte de una situación más estable en comparación al sujeto 02. No obstante, el sujeto 02 parte de una situación más favorable y con menor percepción de dolor en comparación al sujeto 01. Estos resultados respaldan la importancia de desarrollar estrategias personalizadas de tratamiento y evaluación,

y considerar múltiples factores al abordar el dolor en pacientes con afecciones articulares<sup>22-24,30</sup>.

### *Limitaciones del estudio*

Pese a los positivos resultados obtenidos en la percepción del dolor, no se ha podido demostrar una relación directa entre el SIS y la cifosis.

Por otro lado, se han realizado pocos periodos. La dinámica que se establece en la investigación es A-B y B-A, es decir dos periodos, cuando lo idóneo sería haber realizado tres periodos y aleatorizando el orden de estos (p.e A-B-A, A-A-B...) <sup>44</sup>.

Asimismo, el uso de la regla flexicurva no ha cumplido con las expectativas debido a la alta variabilidad observada entre datos del mismo día y entre pruebas. Esta variabilidad puede atribuirse a la falta de experiencia del evaluador o a la variabilidad en la colocación de los sujetos a pesar de los esfuerzos por replicar la prueba de manera precisa. Estos sucesos han podido contribuir a la complejidad en la interpretación de los resultados.

### *Futuras líneas de investigación*

En las futuras líneas de investigación, se podría abordar la visualización de la duración del efecto residual hasta volver a valores iniciales, asimismo como la variación de la duración del programa de ejercicio físico, de la cantidad de días a la semana y/o del tiempo por sesión para investigar como variaría la curvatura cifótica y la intensidad del dolor.

Por otro lado, se podría evaluar las posibles y diversas adaptaciones del programa en sujetos con una mayor intensidad de dolor o con mayores grados de curvatura cifótica.

Finalmente sería interesante ampliar el número de periodos y sujetos en el estudio, de manera que se podría observar una mayor cantidad y variabilidad de casos y resultados.

Estas futuras líneas de investigación podrían contribuir a seguir promoviendo la investigación y trabajos en el ámbito, y ayudar a crear un consenso más sustancial.

## **Conclusiones**

Este estudio muestra que un programa de ejercicio físico de cuatro semanas, tres días a la semana y con sesiones de 60 minutos puede tener efectos positivos en la reducción del dolor en pacientes con un SIS moderado. Ambos sujetos dan los valores más bajos en la última semana de tratamiento y en la primera semana de *wash-out* (sujeto 01), sin tener en cuenta el periodo vacacional en el sujeto 02.

Finalmente, es importante destacar que, aunque el objetivo principal del estudio fuera evaluar los efectos de un programa de ejercicio físico en la readaptación del SIS enfocado en la mejora de la curvatura cifótica en hombres adultos, los participantes consideraron la mejora de la curvatura cifótica como un objetivo complementario y secundario. Sus objetivos principales fueron mejorar el dolor en la articulación afectada, los cuales lograron alcanzar satisfactoriamente.

## Glosario

- 1. Cadena cinética:** Interconexión y colaboración de diferentes segmentos corporales (articulaciones y musculatura) durante el movimiento. En una cadena cinética todos los segmentos se mueven coordinándose con los demás para poder crear un movimiento o una secuencia de movimientos fluidos y coordinados<sup>45</sup>.
- 2. Mala alineación de la postura:** Posición anteriorizada de los hombros (protracción escapular y elevación de la escapula) y posición de la cabeza hacia adelante<sup>46</sup>.
- 3. Pre-tratamiento (*run-in*):** Periodo de tiempo preespecificado antes del inicio de un ensayo, durante el cual pueden iniciarse los tratamientos del ensayo (por ejemplo, para alcanzar una dosis terapéutica estable), para determinar el posible cumplimiento de los regímenes del estudio por parte del paciente o para permitir la eliminación de la medicación o tratamiento que el paciente haya estado tomando antes del ensayo<sup>44</sup>.
- 4. Variables biomecánicas:** Medidas cuantitativas para describir y analizar los movimientos y fuerzas del ser humano<sup>13</sup>.
- 5. Wash-out period:** Periodo en el que no se administra ninguna intervención. Un período de lavado puede administrarse entre diferentes períodos de tratamiento o puede actuar como un período en sí mismo<sup>44</sup>.

## Referencias bibliográficas

1. Hunter DJ, Rivett DA, McKeirnan S, Smith L, Snodgrass SJ. Relationship Between Shoulder Impingement Syndrome and Thoracic Posture. *Phys Ther.* 2020;100(4):677-686. doi:10.1093/ptj/pzz182
2. Gusi N, Rodríguez LP. *Manual de Prevención y Rehabilitación de Lesiones Deportivas*. Síntesis; 2002.
3. Wang JHC, Iosifidis MI, Fu FH. Biomechanical Basis for Tendinopathy. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;443. [https://journals.lww.com/clinorthop/Fulltext/2006/02000/Biomechanical\\_Basis\\_for\\_Tendinopathy.43.aspx](https://journals.lww.com/clinorthop/Fulltext/2006/02000/Biomechanical_Basis_for_Tendinopathy.43.aspx)
4. Síndrome Pinzamiento Subacromial | Cirugía Articular. Cirugía Articular. Published March 1, 2023. Accessed March 1, 2023. <https://www.ortopediaaizpurua.com/sindrome-pinzamiento-subacromial>
5. Blaine TA, Bigliani LU. Rotator Cuff Disorders. In: Maffulli N, Renström P, Leadbetter WB, eds. *Tendon Injuries: Basic Science and Clinical Medicine*. Springer London; 2005:119-127. doi:10.1007/1-84628-050-8\_13
6. La articulación del hombro. Fairview. Published March 1, 2023. Accessed March 1, 2023. <https://www.fairview.org/patient-education/85900>
7. Nazari G, MacDermid JC, Bryant D, Athwal GS. The effectiveness of surgical vs conservative interventions on pain and function in patients with shoulder impingement syndrome. A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14(5):e0216961. doi:10.1371/journal.pone.0216961
8. Consigliere P, Haddo O, Levy O, Sforza G. Subacromial impingement syndrome: management challenges. *Orthop Res Rev.* 2018;10:83-91. doi:10.2147/ORR.S157864

9. Dhillon KS. Subacromial impingement syndrome of the shoulder: A musculoskeletal disorder or a medical myth? *Malays Orthop J.* 2019;13(3):1-7. doi:10.5704/MOJ.1911.001
10. Kendall F, McCreary E, Provance P, Rodgers M, Romani W. *Músculos. Pruebas Funcionales. Postura y Dolor.* 5th ed. Marbán; 2006.
11. Kolber M, Beekhuizen K, Cheng MS, Hellman M. Shoulder Joint and Muscle Characteristics in the Recreational Weight Training Population. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2009;23(1). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/01000/Shoulder\\_Joint\\_and\\_Muscle\\_Characteristics\\_in\\_the.24.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/01000/Shoulder_Joint_and_Muscle_Characteristics_in_the.24.aspx)
12. Schamberger W. Malalignment Syndrome in Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(1):237-317. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.08.005>
13. Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW. Thoracic and lumbar posture behaviour in sitting tasks and standing: Progressing the biomechanics from observations to measurements. *Appl Ergon.* 2016;53:161-168. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.006>
14. Otoshi K, Takegami M, Sekiguchi M, et al. Association between kyphosis and subacromial impingement syndrome: LOHAS study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):e300-e307. doi:10.1016/j.jse.2014.04.010
15. Bolanos A. Conceptos básicos de la columna (Spine Basics). OrthoInfo.
16. Barrett E, O’Keeffe M, O’Sullivan K, Lewis J, McCreesh K. Is thoracic spine posture associated with shoulder pain, range of motion and function? A systematic review. *Man Ther.* 2016;26:38-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.008>

17. Keramat KU, Babar MN. Serratus Anterior Stretch: A Novel Intervention and Its Effect on the Shoulder Range of Motion. *J Sport Rehabil.* 2021;30(5):824-827. doi:10.1123/jsr.2020-0121
18. Tate AR, McClure PW, Young IA, Salvatori R, Michener LA. Comprehensive Impairment-Based Exercise and Manual Therapy Intervention for Patients With Subacromial Impingement Syndrome: A Case Series. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2010;40(8):474-493. doi:10.2519/jospt.2010.3223
19. Kolber M, Hanney W, Cheatham S, Salamh P, Masaracchio M, Liu X. Shoulder Joint and Muscle Characteristics Among Weight-Training Participants With and Without Impingement Syndrome. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2017;31(4). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2017/04000/Shoulder\\_Joint\\_and\\_Muscle\\_Characteristics\\_Among.19.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2017/04000/Shoulder_Joint_and_Muscle_Characteristics_Among.19.aspx)
20. Lewis JS, Valentine RE. The pectoralis minor length test: a study of the intra-rater reliability and diagnostic accuracy in subjects with and without shoulder symptoms. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8(1):64. doi:10.1186/1471-2474-8-64
21. Bayattork M, Sköld MB, Sundstrup E, Andersen LL. Exercise interventions to improve postural malalignments in head, neck, and trunk among adolescents, adults, and older people: systematic review of randomized controlled trials. *J Exerc Rehabil.* 2020;16(1):36-48. doi:10.12965/jer.2040034.017
22. Vaughn DW, Brown EW. The influence of an in-home based therapeutic exercise program on thoracic kyphosis angles. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2007;20:155-165. doi:10.3233/BMR-2007-20404

23. Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi I, Alizadeh MH, Minoonejad H. The efficiency of corrective exercise interventions on thoracic hyper-kyphosis angle. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2014;27:7-16. doi:10.3233/BMR-130411
24. Jabbar KM, Gandomi F. The comparison of two corrective exercise approaches for hyperkyphosis and forward head posture: A quasi-experimental study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021;34:677-687. doi:10.3233/BMR-200160
25. Clark M, Lucett S. *NASM's Essentials of Corrective Exercise Training* . 1st ed. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
26. Sahrmann S. *Movement System Impairment Syndromes of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines.* Elsevier Health Sciences; 2011.
27. Saito H, Harrold ME, Cavalheri V, McKenna L. Scapular focused interventions to improve shoulder pain and function in adults with subacromial pain: A systematic review and meta-analysis. *Physiother Theory Pract.* 2018;34(9):653-670. doi:10.1080/09593985.2018.1423656
28. Kamali F, Shirazi SA, Ebrahimi S, Mirshamsi M, Ghanbari A. Comparison of manual therapy and exercise therapy for postural hyperkyphosis: A randomized clinical trial. *Physiother Theory Pract.* 2016;32(2):92-97. doi:10.3109/09593985.2015.1110739
29. Hrysomallis C. Effectiveness of Strengthening and Stretching Exercises for the Postural Correction of Abducted Scapulae: A Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010;24(2). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/02000/Effectiveness\\_of\\_Strengthening\\_and\\_Stretching.39.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/02000/Effectiveness_of_Strengthening_and_Stretching.39.aspx)
30. Seidi F, Bayattork M, Minoonejad H, Andersen LL, Page P. Comprehensive corrective exercise program improves alignment, muscle activation and movement pattern of men

- with upper crossed syndrome: randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2020;10(1):20688.  
doi:10.1038/s41598-020-77571-4
31. Weiss HR, Moramarco M. Classification of scoliosis magnitude: A fool's errand or a necessity for further research? *J Child Orthop.* 2016;10(6):623-629.
  32. Hart DL, Rose SJ. Reliability of a Noninvasive Method for Measuring the Lumbar Curve. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1986;8(4):180-184.  
doi:10.2519/jospt.1986.8.4.180
  33. Aytar A, Baltaci G, Uhl T, Tuzun H, Oztop P, Karatas M. The Effects of Scapular Mobilization in Patients With Subacromial Impingement Syndrome: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *J Sport Rehabil.* 2015;24(2):116-129.  
doi:10.1123/jsr.2013-0120
  34. Briggs M, Closs JS. A Descriptive Study of the Use of Visual Analogue Scales and Verbal Rating Scales for the Assessment of Postoperative Pain in Orthopedic Patients. *J Pain Symptom Manage.* 1999;18(6):438-446. doi:[https://doi.org/10.1016/S0885-3924\(99\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0885-3924(99)00092-5)
  35. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7). [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/07000/Quantity\\_and\\_Quality\\_of\\_Exercise\\_for\\_Developing.26.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/07000/Quantity_and_Quality_of_Exercise_for_Developing.26.aspx)
  36. Solé J. *Teoría Del Entrenamiento Deportivo.* 5th ed. Sicropat Sport; 2018.

37. Parker R, Hagan-Burke S, Vannest K. Percentage of all non-overlapping data (PAND): An alternative to PND. *Journal of Special Education - J SPEC EDUC*. 2007;40:194-204. doi:10.1177/00224669070400040101
38. Şahinoğlu E, Ünver B, Yamak K. The relationship of range of motion and muscle strength to patients' perspectives in pain, disability, and health-related quality of life in patients with rotator cuff disease. *Ir J Med Sci*. 2021;190(1):177-183. doi:10.1007/s11845-020-02305-4
39. Kuhn JE. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009;18(1):138-160. doi:10.1016/j.jse.2008.06.004
40. Perone M, Hursh D. Single-case experimental designs. In: ; 2013:107-126. doi:10.1037/13937-005
41. Kromer TO, Tautenhahn UG, de Bie RA, Staal JB, Bastiaenen CHG. Effects of physiotherapy in patients with shoulder impingement syndrome: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med*. 2009;41(11):870-880. doi:10.2340/16501977-0453
42. Azadinia F, Kamyab M, Behtash H, Ganjavian MS, Javaheri MRM. The Validity and Reliability of Noninvasive Methods for Measuring Kyphosis. *Clin Spine Surg*. 2014;27(6).  
[https://journals.lww.com/jspinaldisorders/Fulltext/2014/08000/The\\_VValidity\\_and\\_Reliability\\_of\\_Noninvasive.11.aspx](https://journals.lww.com/jspinaldisorders/Fulltext/2014/08000/The_VValidity_and_Reliability_of_Noninvasive.11.aspx)
43. Bland JM, Altman DG. Statistics Notes: Transforming data. *BMJ*. 1996;312(7033):770. doi:10.1136/bmj.312.7033.770
44. Vohra S, Shamseer L, Sampson M, et al. CONSORT extension for reporting N-of-1 trials (CENT) 2015 Statement. *Br Med J*. 2015;350:h1738. doi:10.1136/bmj.h1738

45. Brown P. Movement: Functional Movement Systems – Screening, Assessing, Corrective Strategies On Target Publications. *J Can Chiropr Assoc.* 2012;56(4):316. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3501919/>
46. Pascarelli EF, Hsu YP. Understanding Work-Related Upper Extremity Disorders: Clinical Findings in 485 Computer Users, Musicians, and Others. *J Occup Rehabil.* 2001;11(1):1-21. doi:10.1023/A:1016647923501
47. Bishop D. Warm Up II. *Sports Medicine.* 2003;33(7):483-498. doi:10.2165/00007256-200333070-00002
48. Hopper SI, Murray SL, Ferrara LR, Singleton JK. Effectiveness of diaphragmatic breathing for reducing physiological and psychological stress in adults: a quantitative systematic review. *JBI Evid Synth.* 2019;17(9). [https://journals.lww.com/jbisrir/Fulltext/2019/09000/Effectiveness\\_of\\_diaphragmatic\\_breathing\\_for.6.aspx](https://journals.lww.com/jbisrir/Fulltext/2019/09000/Effectiveness_of_diaphragmatic_breathing_for.6.aspx)

## Anexos

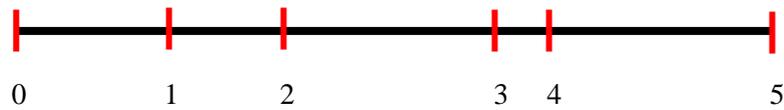
### Anexo I

ID: \_\_\_\_\_ Semana: \_\_\_\_\_

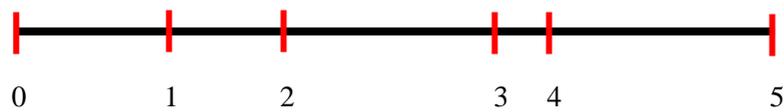
Día 1: Lunes



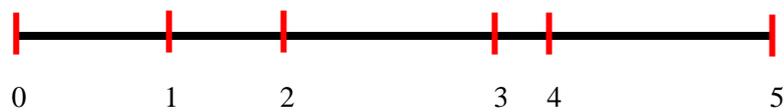
Día 2: Martes



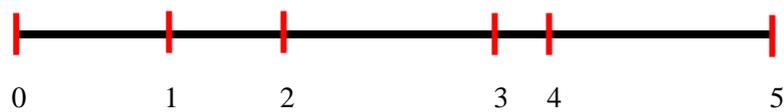
Día 3: Miércoles



Día 4: Jueves



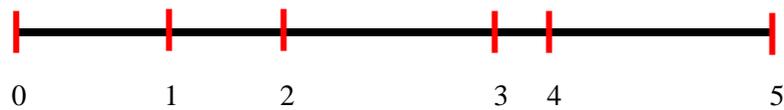
Día 5: Viernes



Día 6: Sábado



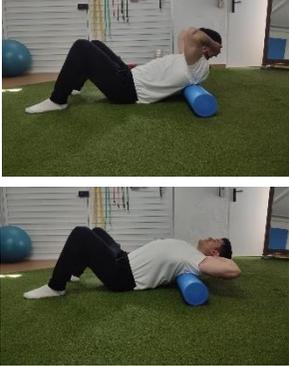
Día 7: Domingo

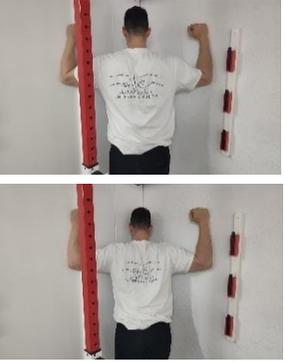


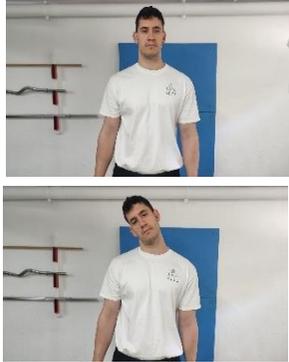
#### LEYENDA

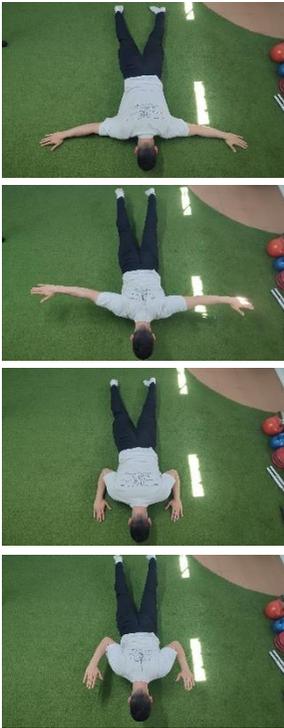
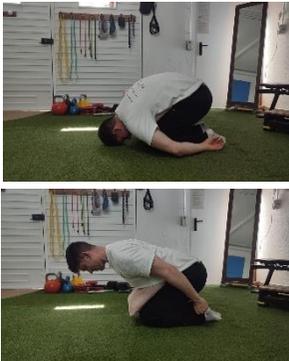
0	No dolor	3	Moderado dolor en reposo, severo en movimiento
1	Sin dolor en reposo, leve en movimiento	4	Dolor severo en reposo y en movimiento
2	Ligero dolor en reposo, moderado en movimiento	5	Peor dolor posible

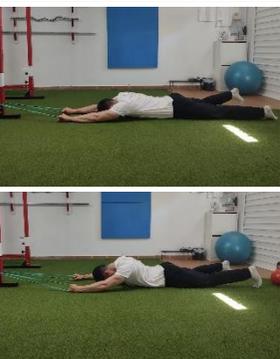
Anexo 2

Objetivo	Ejercicios	Descripción gráfica	Musculatura	Metodología	Carga de trabajo
Automovilización	Foam roller trapecio superior		Trapezio superior, angular del omoplato, pectoral mayor y menor y serrato anterior	Movilidad dinámica específica (estiramientos dinámicos activos)	3 series de 10-20 repeticiones <sup>36</sup> con un tiempo de descanso de 20'' <sup>24</sup>
	Foam roller en paravertebrales		Pectoral mayor y menor y serrato anterior		

	<p>Rotaciones torácicas decúbito lateral</p>				
	<p>Rotaciones torácicas en cuadrupedia</p>				
<p>Estiramientos</p>	<p>Pectoral en pared</p>		<p>Pectoral mayor y menor, serrato anterior</p>	<p>Estiramientos estáticos pasivos.</p>	<p>1-3 series<sup>36</sup>, de 3-5<sup>24,36</sup> repeticiones con 15''- 30'' trabajo<sup>24,29,30,36</sup> con un tiempo de descanso de 20''<sup>24</sup></p>

	<p>Estiramiento esternocleidomastoideo</p>		<p>Trapezio superior, angular del omoplato y esternocleidomastoideo</p>		
	<p>Estiramiento trapecio superior</p>				
<p>Activación</p>	<p>Extensión torácica en 3 posiciones</p>		<p>Erectores espinales, trapecio medio, romboides mayor y menor, infraespinoso, redondo menor, flexores profundos del cuello y trapecio inferior</p>	<p>Trabajo de fuerza isométrica.</p>	<p>2-3 series de 8-12 repeticiones (4-5'' a 15'' isométrico<sup>29,30</sup>) con un tiempo de descanso de 60''<sup>24</sup></p>

					
	<p>Extensión torácica con cojín en cadera</p>				

<p>Manguito rotador (rotación externa) con goma</p>		<p>Infraespinoso y redondo menor</p>	<p>Trabajo de fuerza dinámica (concéntrica y excéntrica).</p>	
<p>Aducción escapular + rotación externa con goma</p>		<p>Trapezio medio, romboides mayor y menor, infraespinoso y redondo menor</p>		
<p>Depresión escapular + rotación externa con goma</p>		<p>Trapezio medio, romboides mayor y menor, infraespinoso, redondo menor y trapecio inferior</p>		

**Tabla 3. Programa de ejercicios**

Anexo 3

Calentamiento			
<p>Trabajo: Realizar un calentamiento aeróbico y unos estiramientos dinámicos durante 5'.</p> <p>Objetivo: Aumentar la temperatura corporal y preparar al individuo para la practica principal (vasodilatación, mejora de la coordinación intra e intermuscular, aumento del ROM y elasticidad)<sup>47</sup></p>			
Ejercicio	Descripción gráfica	Metodología	Carga de trabajo
Jumping jacks laterales		Trabajo cardiovascular	Controlado Máximo 120-140 ppm (70% FCmáx) <sup>47</sup> .
Jumping jacks frontales		Trabajo cardiovascular	
Sentadilla + rotación		Trabajo global + movilidad dinámica específica (estiramientos dinámicos activos)	3 serie de 10-20 repeticiones <sup>36</sup> con un tiempo de descanso de 20'' <sup>24</sup>

<p>Cat-camel</p>		<p>Movilidad dinámica específica (estiramientos dinámicos activos)</p>	
<p>Push up to down dog</p>		<p>Trabajo global + movilidad dinámica específica (estiramientos dinámicos activos)</p>	
<p>Cadena posterior dinámica</p>			

**Tabla 4. Protocolo del calentamiento**

Anexo 4

Vuelta a la calma			
Objetivo: Realizar una vuelta a la calma con ejercicios de movilidad y respiración diafragmática con el fin de bajar las pulsaciones y volver a un estado basal, dando al individuo una sensación de relajación post-ejercicio.			
Ejercicio	Descripción gráfica	Metodología	Carga de trabajo
Cat camel		Relajación a través de movilidad dinámica suave y control en la respiración.	3 serie de 10-20 repeticiones <sup>36</sup> con un tiempo de descanso de 20'' <sup>24</sup>
Respiraciones diafragmáticas		Relajación a través de respiraciones diafragmáticas (mano en la tripa y pecho para controlar la respiración diafragmática)	3' de respiraciones, inspirando por la nariz (2-3'') y exhalando por la boca (3-4'') (boca abierta) <sup>48</sup> .

**Tabla 5. Protocolo de la vuelta a la calma**

## INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante Òscar Soto i Moreno del Máster Universitario en Entrenamiento Personal y Readaptación Físico-Deportiva, dirigido/a por Dr. Daniel Moreno Doutres, está llevando a cabo el proyecto de investigación Readaptación de síndrome de pinzamiento subacromial en población masculina adulta general: propuesta de intervención.

El estudio, con una duración de 10 semanas, tiene el objetivo de mejorar el dolor de hombro por pinzamiento subacromial en hombres adultos a través de una intervención de ejercicio físico (movilidad, estiramientos y fuerza) de cuatro semanas, enfocado a la mejora cuantitativa de la curvatura cifótica como posible medida de mejora o reducción del síndrome de pinzamiento subacromial. En primer lugar, durante las diez semanas, se tomará diariamente a las 21:00 un resumen del dolor de hombro a través de una escala analógica visual (VAS). En segundo lugar, se tomará cada dos semanas (incluido antes del inicio y finalizado el estudio) el ángulo cifótico en el centro de entrenamiento particular situado en Calle del agua, 172 (Vilanova i la Geltrú, Barcelona, 08800) para el análisis y comparación de los resultados. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para que participe en el seguimiento de 10 semanas e intervención de ejercicio físico de cuatro semanas, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión; ser un hombre adulto (edad entre 19 y 44 años) con un ángulo cifótico mayor a 30°, sin presencia de intervenciones médicas en cadera y/o tren superior, discapacidades físicas, trastornos neuromusculares, fracturas y/o historial de cirugía en columna vertebral y escoliosis.

Esta colaboración implica participar en un estudio con una duración de 10 semanas con un período de ejercicio físico de cuatro semanas, tres días a la semana con sesiones de 60 minutos de trabajo de fuerza y estiramientos de manera autónoma (a excepción de la primera semana que se realizará en su totalidad en el centro de entrenamiento particular situado en Calle del

agua, 172 (Vilanova i la Geltrú, Barcelona, 08800)), con una toma de datos pre, intra y post estudio e intervención.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante Google Drive, y únicamente el Dr. Daniel Moreno Doutres tendrá acceso.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle.

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE**

Yo, \_\_\_\_\_, mayor de edad, con DNI \_\_\_\_\_, actuando en nombre e interés propio,

#### **DECLARO QUE:**

He recibido información sobre el proyecto READAPTACIÓN DE SÍNDROME DE PINZAMIENTO SUBACROMIAL EN POBLACIÓN MASCULINA ADULTA GENERAL: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a

este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

[*CUANDO PROCEDA:*] Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pudiera derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo ello,

**DOY MI CONSENTIMIENTO A:**

1. Participar en el proyecto **READAPTACIÓN DE SÍNDROME DE PINZAMIENTO SUBACROMIAL EN POBLACIÓN MASCULINA ADULTA GENERAL: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

2. Que Òscar Soto i Moreno y su director/a Dr. Daniel Moreno Doutres puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

[FIRMA PARTICIPANTE] [FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL DIRECTOR/A]

## Anexo 6

ID: 001													
Fecha	Test	H1	L1	$\theta_1$	H2	L2	$\theta_2$	H3	L3	$\theta_3$	Promedio $\theta$	Mediana $\theta$	E.F.
27-mar	T0	3,4	30	51,1	3,3	29,7	50,1	3,4	29,7	51,6	29,8	29,7	X
10-abr	T1	3,6	33,6	48,4	3,5	33,6	47,1	3,6	33,2	48,9	33,5	33,6	✓
24-abr	T2	3,4	31,6	48,6	3,5	31,5	50,1	3,7	31,4	53,0	31,5	31,5	✓
08-may	T3	3,7	30	55,4	3,8	29,8	57,2	3,7	30	55,4	29,9	30,0	X
22-may	T4	3,6	30,7	52,8	3,4	30,2	50,8	3,5	31	50,9	30,6	30,7	X
05-jun	T5	4	31,5	57,0	3,6	33	49,2	3,6	33	49,2	32,5	33,0	X

**Tabla 6. Base de datos sujeto 01 ángulo cifótico**

*Nota:* En filas se agrupan la toma de datos del mismo día. Diferenciados por colores y números; Toma 1, Toma 2 y Toma 3 del mismo día. H = *Heigh*; L = *Lenght*;  $\theta$  = Grados.

ID: 002													
Fecha	Test	H1	L1	$\theta_1$	H2	L2	$\theta_2$	H3	L3	$\theta_3$	Promedio $\theta$	Mediana $\theta$	E.F.
27-mar	T0	3,1	30,5	46,0	3,2	30,7	47,1	3,6	29,7	54,5	30,3	30,5	X
10-abr	T1	4,3	31,6	60,9	4,3	31,6	60,9	4,3	31,9	60,4	31,7	31,6	X (no trabajó)
24-abr	T2	3,4	30	51,1	3,4	30,3	50,6	3,5	30,6	51,5	30,3	30,3	X
08-may	T3	3,1	30,4	46,1	3,2	30,4	47,6	3,55	30,4	52,6	30,4	30,4	✓
22-may	T4	3,2	30,3	47,7	3,3	31	48,1	3,1	29,8	47,0	30,4	30,3	✓
05-jun	T5	3,1	31	45,2	3,5	30,2	52,2	3,3	30,6	48,7	30,6	30,6	X

**Tabla 7. Base de datos sujeto 02 ángulo cifótico**

*Nota:* En filas se agrupan la toma de datos del mismo día. Diferenciados por colores y números; Toma 1, Toma 2 y Toma 3 del mismo día. H = *Heigh*; L = *Lenght*;  $\theta$  = Grados.

Anexo 7

ID: 001								
Fecha	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	E.F.
27-mar	1	1	1	1	1	1	1	X
03-abr	1	1	1	1	1	1	1	X
10-abr	2	1	2	1	1	1	1	✓
17-abr	1	1	1	1	1	2	2	✓
24-abr	1	2	1	1	2	1	1	✓
01-may	1	0	0	1	0	0	1	✓
08-may	0	0	0	1	0	0	0	X
15-may	1	1	0	0	1	1	1	X
22-may	1	0	0	0	1	1	1	X
29-may	1	1	1	1	0	1	0	X

**Tabla 8. Base de datos sujeto 01 VAS**

*Nota:* Los colores y números indican la intensidad del dolor. En la columna de la derecha se indica la semana de realización del protocolo de ejercicio físico.

ID: 002								
Fecha	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	E.F.
27-mar	1	1	1	2	1	1	1	X
03-abr	0	0	0	0	0	0	0	X (no trabajó)
10-abr	0	0	0	0	0	0	0	X
17-abr	0	0	0	1	1	0	0	X
24-abr	0	0	1	1	1	1	0	X
01-may	0	0	1	1	0	0	1	X
08-may	1	0	1	0	0	1	1	✓
15-may	0	0	1	1	0	0	0	✓
22-may	0	0	0	0	0	0	0	✓
29-may	0	0	0	0	0	0	0	✓

**Tabla 9. Base de datos sujeto 02 VAS**

*Nota:* Los colores y números indican la intensidad del dolor. En la columna de la derecha se indica la semana de realización del protocolo de ejercicio físico. Semana 03-abril coincidió con periodo vacacional del sujeto 02.