

## **Certificación**

Certifico que este es mi trabajo, y que no ha estado presentado previamente en ninguna otra institución educacional. Reconozco que los derechos que se desprenden pertenecen a la Fundación Escuela de Osteopatía de Barcelona.

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

El tutor \_\_\_\_\_ da el visto bueno a la correcta ejecución y finalización del proyecto de investigación del título \_\_\_\_\_ realizado por \_\_\_\_\_,

Fecha \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

**Efectos sobre el rendimiento cardiovascular, tras la manipulación de T2 medido con un test de esfuerzo en tapiz rodante.**

Autor: Guillermo Navarro Solvas

Lugar y fecha de presentación: FEOB, Enero 2012

Tutor: Lluís Miquel Horta D.O.

## **Agradecimientos**

Este trabajo se lo dedico a Sonia Aurell ya que su apoyo y paciencia me han ayudado a dedicar todo el tiempo necesario, pudiendo así realizar este trabajo incluso en los momentos en que todo estaba cuesta arriba.

A mi familia por confiar en mi en todos estos años de estudios.

Y a toda una serie de personas que me han dedicado su tiempo para que yo pudiera realizar este proyecto:

- Lluís Miquel Horta D.O.: Es el tutor perfeccionista por excelencia, pero que gracias a esto, uno aprende mucho y se esfuerza por que en cada revisión hayan cada vez menos correcciones. Muchas gracias por la dedicación y los buenos consejos.
- A mis compañeros de trabajo: Álex López, Manu Guardado, Dani Oses, Marc Aguilar, Manuel Linde, Cristiane Schmidt, Sonia Mckay, Jonathan Grau, Sandra Moya, Gonzalo Del Hoyo, Marco Mangone, Montse Mofalda, Laura Ortiz, Noemí Lozano, Rosalía Mansilla por su dedicación a este estudio y por darlo todo en el desarrollo del mismo.
- A Lluís Costa (Licenciado en Biología y Diplomado en Bioestadística) por ayudarme en la realización del análisis estadístico.
- A O2 centro Wellness Pedralbes por dejarme utilizar sus instalaciones.

## **Resumen**

La necesidad de investigación en una profesión como la osteopatía es cada vez más importante, si queremos estar considerados por el resto de profesionales de la salud, para aumentar nuestro prestigio y demostrar las infinitas posibilidades que tiene nuestra visión y enfoque en el abordaje del paciente.

Se ha realizado un estudio experimental con una muestra de 23 pacientes sanos y deportistas, repartidos en dos grupos. Grupo control o placebo (12 pacientes) al que se le ha realizado 5 minutos de ultrasonido sin intensidad sobre la 2ª vertebra Torácica (T2) y grupo tratamiento (11 pacientes) al que se ha manipulado con una técnica de alta velocidad en T2.

El objetivo de este estudio, ha sido buscar una mejora del rendimiento del sistema cardiovascular medido mediante un test de esfuerzo (test de Bruce) tras dicha técnica de manipulación articular a nivel de T2.

Estadísticamente no se ha producido cambios significativos, sin embargo se ha observado mejoras en la percepción del esfuerzo y una ligera disminución de la frecuencia cardíaca durante los diferentes estadios del test, comparando el grupo control con el grupo tratamiento. Estos datos, aunque no concluyentes, pueden abrir una puerta a realizar futuras investigaciones siguiendo esta línea de trabajo.

## **Índice**

<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
Certificación	I
Título	II
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Índice	V
Lista de Fotografías	VII
Lista de tablas	VIII
Lista de gráficas	IX
Lista de Abreviaturas	X
A. Introducción	1
B. Hipótesis	3
C. Marco Teórico de la Hipótesis	4
D. Desarrollo, Material y Método	
D.1. Diseño	6
D.2. Material	6
D.3. Criterios de la selección de la muestra	13
D.4. Muestra	16
D.5. Variables	16
D.6. Metodología	17

E. Planificación del estudio	24
F. Resultados	25
G. Discusión	31
H. Conclusiones	34
I. Bibliografía	35
Anexo 1: Hoja de registro del test de Bruce	38
Anexo 2: Hoja visual de la Escala de Borg	39
Anexo 3: Hoja de Registro de los datos del paciente	40
Anexo 4: Consentimiento informado	41
Anexo 5: Hoja de registro de la historia clínica	42
Anexo 6: Hoja de registro de los test de exclusión	43

## **Lista de Fotografías**

Fotografía 1	Exploración de la columna dorsal.	7
Fotografía 2	Test de vibración sobre T2.	8
Fotografía 3	Test de exclusión para un aneurisma de la aorta abdominal.	8
Fotografía 4	Tapiz rodante.	10
Fotografía 5	Tensiómetro.	11
Fotografía 6	Pulsómetro.	11
Fotografía 7	Aparato de ultrasonido.	12
Fotografía 8	Diapasón.	12
Fotografía 9	Camilla donde se realizaban las técnicas.	13
Fotografía 10	Espacio donde se rellenaban las hojas de registro.	17
Fotografía 11	Control de la tensión arterial.	18
Fotografía 12	Test de Bruce.	19
Fotografía 13	Posicionamiento para realizar una “Dog Technique”.	20
Fotografía 14	Manipulación de T2 mediante una “Dog Technique”	21
Fotografía 15	Realización del ultrasonido sobre la zona de T2.	22

## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Estadios del Test de Bruce

9

## **Lista de gráficas**

Gráfica 1	Cambio en la frecuencia cardíaca comparada entre grupos.	27
Gráfica 2	Cambio en la escala de Borg comparada entre grupos.	27
Gráfica 3	Cambio en el tiempo total de la prueba.	28
Gráfica 4	Comparación entre grupos del tiempo total de la prueba.	29
Gráfica 5	Comparación entre grupos de la frecuencia cardíaca inicial.	29
Gráfica 6	Comparación entre grupos de la escala de Borg final.	30

### **Lista de abreviaturas**

FC	Frecuencia cardíaca.
TA	Tensión arterial.
T2	2ª vertebra torácica .
T(número)	Vertebra torácica y el número indica el nivel.
Vo2 máx	Volumen máximo de oxígeno
Ej.	Ejemplo
TART	(Siglas en ingles) Tenderness, Assymetry, Restricted motion, Tissue texture changes
ST5	Estadio 5 del test
EDA	Análisis exploratorio de datos

## **A. Introducción**

Cuando finalicé mis estudios de osteopatía y teniendo ya la licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, me surgió la inquietud de qué ocurriría en ciertas disciplinas físicas si se estimulara previamente el sistema cardiovascular, mediante alguna técnica osteopática. Así fue como se inició este proyecto.

Con este estudio se pretende demostrar que la osteopatía puede mejorar el rendimiento físico de los deportistas.

Actualmente, existen pocos estudios publicados sobre la mejora del rendimiento deportivo tras un tratamiento de osteopatía, ya que mayoritariamente los mismos se han dedicado a demostrar su eficacia en la recuperación de lesiones.

En muchos de los tratamientos osteopáticos su busca normalizar el sistema nervioso autónomo mediante la aplicación de una maniobra de Thrust sobre las vértebras<sup>1</sup>. Este tipo de maniobras se definen, según Robert E. Kappler y John M. Jones<sup>2</sup> como “un tipo de técnicas directas (sobre la articulación implicada) de baja amplitud y de alta velocidad”.

En este estudio se pretende observar si se producen cambios en la frecuencia cardíaca (FC), sensación de esfuerzo (Escala de Borg) y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> max) medido con el test de Bruce<sup>3</sup> (anexo 1), tras la realización de una técnica directa tipo “dog technique”<sup>4</sup> (Manipulación directa de baja amplitud y alta velocidad que se realiza sobre los segmentos torácicos) sobre el 2º segmento torácico (T2), y de esta forma estimulando el sistema simpático de la región cardíaca (Budgell y Hirano determinan en un estudio<sup>5</sup> que se produce una modificación del pulso cardíaco tras la manipulación de C2); comparándolo con un grupo control que recibirá una maniobra placebo.

El test de Bruce fue diseñado en el 1963 por Robert. Bruce<sup>6</sup> como prueba no invasiva para evaluar pacientes con sospecha de enfermedad cardíaca,

aunque en la actualidad, es un test que nos ayuda a conocer el consumo máximo de oxígeno (VO2 max), factor que puede determinar la capacidad de un atleta para realizar el ejercicio sostenido y está vinculada a la resistencia aeróbica (esfuerzo en presencia de oxígeno). VO2 max se refiere a la cantidad máxima de oxígeno que un individuo puede utilizar durante un ejercicio intenso o máximo. Este valor se determina de forma indirecta mediante una serie de fórmulas<sup>7,8</sup> que se mostraran en el apartado de material y método. Con este valor podremos constatar si hay una mejora comparando los dos tests, además de analizar la FC, la percepción del esfuerzo y la duración total de la prueba.

Si hubiera una mejora en el VO2 max tras la manipulación abriríamos la puerta a una nueva aplicación de la osteopatía en un ámbito precompetitivo, siendo un campo muy amplio a desarrollar y con nuevos retos de estudio.

## **B. Hipótesis**

Una maniobra de ajuste o input a nivel de T2, debería provocar una estimulación del sistema nervioso autónomo cardíaco, mejorando el aporte vascular y obteniendo así, un mayor rendimiento en el test cardiovascular de Bruce.

Se espera lograr cambios en los siguientes parámetros:

- La disminución de la frecuencia cardíaca máxima al finalizar el test o en su defecto una mayor duración de la prueba a una misma frecuencia cardíaca. Equivalente al VO2 máx. ya que se extrapola este valor, en función de la duración máxima de la prueba. (fórmulas expuestas en el apartado de material y método)
- Una menor sensación de esfuerzo medido por la escala de Borg (anexo 2) en cada estadio así como la disminución de las pulsaciones.

### **C. Marco teórico de la hipótesis**

Tal y como comentan Patterson y Wurster (2006)<sup>9</sup>, T2 es el nivel medular que recibe mayor contribución funcional en el sistema simpático cardíaco, siendo de T1 a T5 su distribución global. Es por esto que la técnica de elección para este input se realizará sobre T2.

Según Kuchera M(1991)<sup>10</sup> las raíces que forman la cadena simpática del corazón son, desde T1 a T6, con sinapsis entre la pre y la post-ganglionar mediante el ganglio cervical o estrellado; una estimulación de esta zona incrementará la fuerza con la que el corazón late, acortará el tiempo de sístole, aumentará la salida de sangre ventricular e incrementará el rango de contracción sin modificar la tensión arterial.

Tal y como expone J.R. Barbany<sup>11</sup> cuando se inicia una actividad física, se entra en un estadio inicial de estímulo del sistema simpático, es por esto que un input previo a nivel del sistema cardíaco simpático, favorecerá una pre-entrada de sangre al músculo esquelético preparando de esta manera al organismo para el test de esfuerzo.

Según Guyton la respuesta vasomotora simpática es vasoconstrictora en riñones, intestino, bazo y piel, y mucho menos potente en el músculo y encéfalo<sup>12</sup>, con lo que nos facilita esta entrada de sangre a la musculatura, para poder desarrollar la actividad física con total garantía de nutrientes en los tejidos y reduciendo su consumo en grandes sistemas como el digestivo, renal y periférico en la piel<sup>11</sup>.

Normalmente en el entorno de la osteopatía se trabaja sobre segmentos vertebrales alterados, ya sea por meniscoides atrapados, adherencias o pequeñas torsiones de los anillos fibrosos<sup>13</sup>. Cuando existe una alteración biomecánica sobre dichos segmentos, esta, puede sobrecargar las propiedades mecánicas y químicas de los receptores espinales y producir así una alteración de los reflejos viscerosomáticos y somatomotores. Según Brodeur al realizar la manipulación, que se distingue por ser una

movilización que está en el rango de movimiento fisiológico, sin exceder el rango anatómico, donde se puede a menudo oír un chasquido o cavitación (aunque no es necesario para obtener los beneficios fluídicos)<sup>14</sup>, con una palanca articular corta aplicada directamente sobre la vértebra, siendo de esta manera más específicos. Si la dirección y la velocidad del ajuste es correcta, obtendremos la normalización de dichos segmentos alterados y generaremos un silencio nociceptivo de las terminaciones nerviosas alteradas<sup>15</sup>.

Según lo anteriormente descrito, si tuviéramos una alteración sobre los segmentos dorsales, podríamos pensar en que el rendimiento cardiovascular Podría llegar a ser menor por una alteración de los reflejos viscerosomáticos y que un ajuste a este nivel restablecería la normalidad en el segmento articular. Pero en este estudio se pretende realizar la cavitación del segmento vertebral de T2 en individuos que presenten o no dichas alteraciones para observar si aun así, hay un estímulo suficiente para que produzca efectos positivos sobre el sistema nervioso simpático cardiovascular, y con ello ver si mejora el rendimiento deportivo final.

No se han encontrado estudios similares con respecto a la acción de técnicas osteopáticas en el sistema cardíaco en relación a la mejora del rendimiento deportivo. Pero sí, en cambio, mediante el tratamiento con acupuntura justificando la mejora por la estimulación del sistema nervioso autónomo simpático. En dicho estudio, la acupuntura y la moxibustión redujeron la frecuencia cardíaca y aumentaron el consumo calórico considerablemente<sup>16</sup>.

## **D. Desarrollo. Material y Método**

### D.1. Diseño

Se realizó un estudio experimental prospectivo y de intervención con aleatoriedad simple, enmascarado a simple ciego, dónde el sujeto desconoce si pertenece al grupo control o al grupo de estudio.

### D.2 Material

Se ha utilizado una serie de documentos escritos, material técnico específico para realizar las diferentes pruebas y para el análisis estadístico.

✓ Documentos utilizados:

*Datos del paciente* (anexo 3): en este documento se introdujeron los datos personales del paciente así como el código de identificación del mismo, que se definía por su elección aleatoria del grupo (A grupo control o B grupo estudio) y por la fecha de la primera visita por puro orden temporal. ej. B01 fue el primer paciente de grupo B.

*Hoja de consentimiento informado* (anexo 4): este documento se cumplimentó tras explicarle al paciente el tipo de estudio al que se iba a someter, el objetivo del mismo, los posibles riesgos del uso de técnicas osteopáticas y las posibles reacciones adversas que podían aparecer tras la sesión.

*Historia clínica* (anexo 5): el objetivo de la historia clínica fue establecer si había posibles criterios de exclusión que nos hiciera rechazar al paciente para el estudio. Dichos criterios de exclusión y de inclusión se expondrán en el siguiente apartado.

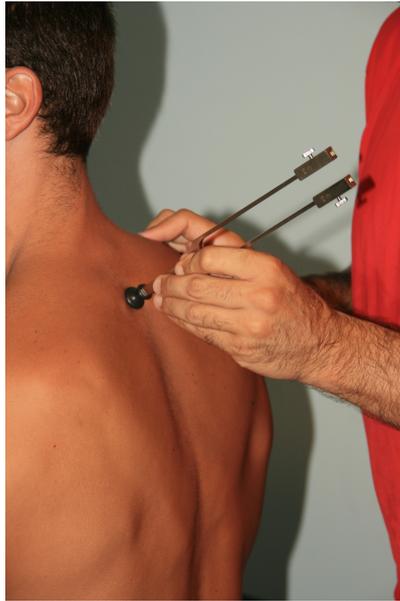
*Test de exclusión* (anexo 6): se realizaron tres pruebas básicas para descartar alguna contraindicación absoluta o relativa para el desarrollo del estudio:

- Exploración general de la columna dorsal (Fotografía 1): con el paciente en sedestación en la camilla, se valoró si existía alguna disfunción somática o si existía alguna zona sensible a la palpación de la zona dorsal. En el caso que hubiera alguna disfunción somática se anotaba en la hoja de exploración. Según nos dice H. James Jones<sup>17</sup> “El glosario de terminología osteopática define la disfunción somática como el deterioro o la alteración de los componentes del sistema somático (armazón corporal) vinculados entre sí: estructuras esqueléticas, articulares y miofasciales, y elementos vasculares, linfáticos y nerviosos asociados. El diagnóstico de disfunción somática está sustentado por hallazgos visuales y palpables de cambios en la textura de los tejidos, asimetría estructural, restricción de la movilidad y dolor a la palpación (tenderness, en inglés) (TART).”



Fotografía 1

- Test de vibración<sup>18</sup>: se valoró con un diapasón si la vibración sobre el segmento óseo de la T1 a la T4 (1ª vértebra torácica a la 4ª) era dolorosa, con el fin de descartar la posibilidad de que existiese alguna fractura, fisura o proceso tumoral u osteoporótico. El Test se consideró positivo si aumentaba el dolor de la vértebra. (Fotografía 2)



Fotografía 2

- Test para descartar aneurisma de la aorta abdominal<sup>19</sup>: con el paciente en de cubito supino, se realizó la técnica de aproximación de los dedos sobre las paredes laterales de la arteria aorta abdominal, con el fin de determinar si hay sospecha de aneurisma aórtico, siendo el test positivo el empuje de las paredes de la aorta contra nuestros dedos. (Fotografía 3)



Fotografía 3

*Hoja de registro del test de Bruce* (anexo 5): En este documento se registraron los datos relativos al test cardiovascular:

- Los datos del desarrollo del protocolo tales como la frecuencia cardíaca y el valor de la escala de Borg entre los diferentes estadios del test.
- Los valores iniciales y finales de la frecuencia cardíaca y escala de Borg, el valor final del VO2 max y la duración total de la prueba.
- El test de Bruce es una prueba de esfuerzo cardiovascular, que incrementa el grado de elevación y la velocidad del tapiz rodante cada 3 minutos. El protocolo comienza con una velocidad de 2.8 km/h y con un 10% de inclinación. El incremento de velocidad es de 1.3 km/h y la inclinación del 2%. El test finaliza cuando el paciente determine que no puede más, siendo su escala de percepción del esfuerzo (escala de Borg) de 10.

Tabla 1. Estadios del Test de Bruce

TIEMPO TRANSCURRIDO	VELOCIDAD (Km/h)	PENDIENTE
3'	2,8	10 %
6'	4,1	12 %
9'	5,4	14 %
12'	6,7	16 %
15'	8	18 %
18'	9,3	20 %

- *Hoja de escala de Borg* (anexo 6): Se mostró dicha hoja en los 5 segundos previos al cambio de estadio (cada 3 minutos) y al finalizar el test. Esta escala permite dar una cifra a la sensación de esfuerzo que se percibe, aunque sea de forma subjetiva. De hecho es una escala, tal y como comenta López Chicharro, que cuanto más se usa más fiable es<sup>20</sup>, puesto que el paciente se acostumbra a darle un valor a ese esfuerzo y “aprende” de las diferentes sensaciones que tiene durante el

ejercicio. Hay dos modelos diferentes de esta escala, la que se utilizó en este estudio que va desde el 1 hasta el 10, donde 1 equivale a un esfuerzo muy, muy leve y el 10 es un ejercicio máximo, otro autor<sup>21</sup> ha determinado que se podría correlacionar el valor con el tanto por ciento de la frecuencia cardíaca máxima, es decir un 6 sería estar al 60% de la frecuencia cardíaca máxima teórica  $(220 - \text{edad})$ <sup>22</sup>. Esta escala inicialmente también se utilizó para medir el dolor<sup>23</sup>, pero a lo largo de los años fueron apareciendo otras escalas que se fueron especializando para este propósito, como la escala de EVA (Escala Visual Analógica)<sup>24</sup>

La otra modalidad de la escala de Borg es con valores desde el 6 al 20, donde de la misma forma el 6 equivale a un esfuerzo muy leve y el 20 a uno máximo. En este tipo de escala se determinó con una relación a la frecuencia cardíaca, ya que por lo general las pulsaciones al realizar ejercicio físico oscilaban entre 60 y 200, llegando a la fórmula básica de escala de Borg  $\times 10 = \text{frecuencia cardíaca}$ <sup>25</sup>.

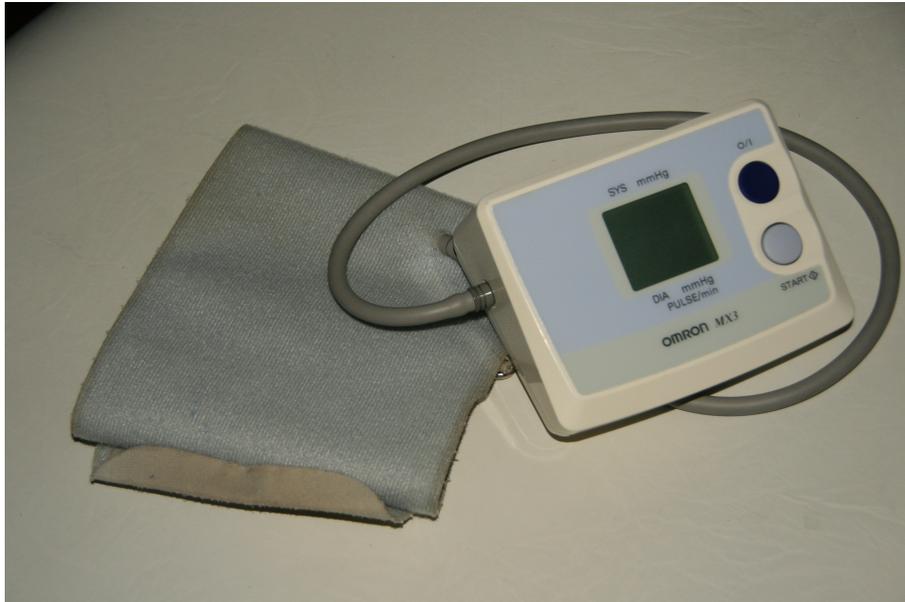
✓ Material técnico:

- Tapiz rodante o cinta Technogym Runrace medical que es donde se realizó el test de Bruce. (Fotografía 4)



Fotografía 4

- Tensiómetro Omron. Se realizó una toma de la tensión antes del test y otra tras finalizarlo. (Fotografía 5)



Fotografía 5

- Pulsómetro integrado en la cinta de la marca Polar. (Fotografía 6)



Fotografía 6

- Aparato de ultrasonido. Se utilizó sólo en el grupo control, durante 5 minutos y a una intensidad nula con el fin de no producir ningún estímulo. (Fotografía 7)



Fotografía 7

- Diapasón. Se utilizó para descartar posibles fracturas o fisuras a nivel vertebral. (Fotografía 8)



Fotografía 8

- Camilla Ecopostural donde se realizaron tanto la técnica de estudio como la de placebo. (Fotografía 9)



Fotografía 9

✓ Material Estadístico:

Para el estudio en cuestión se dispuso de una base de datos que reflejó el valor de las distintas variables a estudio. La Base de datos fue preparada para poder ser leída y tratada con el software SPSS 19.0.

### D.3 Criterios de la selección de la muestra

Criterios de inclusión:

- El perfil de edad fue entre 18 y 45 años. Ya que son las edades comprendidas por los compañeros de trabajo a los cuales se les realizó el estudio, excluyendo así miembros del club por un tema de política de empresa.
- Con un entrenamiento semanal mínimo de 3 horas. Que es el volumen mínimo que se estimó para determinar que un sujeto realiza

ejercicio físico de forma regular estando así en “forma” para realizar un test de esfuerzo máximo.

- Que hubiera subido alguna vez en un tapiz rodante. Evitando así la adaptación previa y necesaria para poder utilizar una cinta sin miedo a caerse.
- Personas que aceptaran ser manipulados con una técnica de alta velocidad. El hecho que tuvieran o no una disfunción somática a nivel de T2 no modificó el criterio de exclusión. Como se trató de sujetos sanos, en algunos casos no se encontró disfunción somática<sup>17</sup>, con lo que el objetivo fue dar un input al sistema, mediante una técnica bifacetaria, (sobre las dos facetas de la vértebra al mismo tiempo, la cual se describirá en el apartado de metodología) para actuar sobre el sistema simpático cardiaco. En los pacientes que presentaron una disfunción somática se manipuló de la misma forma, consiguiendo así el estímulo requerido para el objetivo del estudio.

Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión para la técnica de alta velocidad en T2 fueron<sup>26</sup>:

- Que el paciente no quisiera ser manipulado.
- Dolor agudo de la zona a tratar. O cualquier tipo de dolor agudo que no estuviera controlado por el médico.
- Desviaciones de la columna severas, escoliosis, hipercifosis...
- Afectación de las extremidades inferiores que no le permitieran desarrollar el test de esfuerzo sin problemas.
- Toma de medicamentos anticoagulantes sin control reciente del médico.
- Osteopenia y osteoporosis.
- Espondilitis anquilosante.

- Patología tumoral en cualquier zona del cuerpo.
- Dolor costal.
- Infecciones, fracturas y cualquier proceso agudo que nos pudiera hacer sospechar de patología subyacente.

Los criterios de exclusión para realizar una prueba de esfuerzo fueron<sup>27</sup>:

Contraindicaciones absolutas:

- Dolor en el pecho agudo y con irradiación al brazo izquierdo, compatible con patología cardíaca.
- Infarto de miocardio reciente.
- Angina de pecho inestable.
- Arritmias de cualquier tipo
- Insuficiencia cardíaca congestiva aguda.
- Estenosis aórtica grave.
- Aneurisma disecante diagnosticado o sospechado. Se realizará Test de arteria aorta. (si se sospecha positivo, se derivará al médico)
- Miocarditis o pericarditis.
- Tromboflebitis o trombos intracardiacos
- Émbolo pulmonar.
- Infecciones agudas.
- Psicosis
- Embarazo (por el tipo de test máximo)

Contraindicaciones relativas:

- Tensión arterial en reposo de >160 mm HG de sistólica y >120 mm HG de diastólica.
- Enfermedad valvular cardíaca moderada.
- Enfermedades metabólicas incontroladas (diabetes, hipertensión arterial...)
- Enfermedades infecciosas crónicas (mononucleosis, hepatitis, sida...)
- Trastornos neuromusculares o reumatoides que se exacerban con el ejercicio.

No se tubo que descartar ningún paciente por alguna de las contraindicaciones anteriormente mencionadas.

#### D.4. Muestra

La forma como se captaron los pacientes fue básicamente a través de compañeros de trabajo de O2 Centro Wellness Pedralbes, entrenadores personales, técnicos de actividades dirigidas y socios del club. De esta forma se consiguió una muestra bastante similar puesto que todos ellos tenían un perfil parecido en cuanto a actividad y modo de vida.

#### D.5 Variables

Las horas de realización del test y el periodo de carencia de 3 semanas no ha sido estricto, esto quizás podría variar los resultados

El nivel de motivación a la realización de la prueba al ser un test físico bastante exigente. Además de si el paciente ha cambiado sus hábitos respecto a la prueba anterior (dormir menos horas, comer antes de la prueba...)

## D.6 Metodología:

### 1ª Sesión:

La forma de inclusión en un grupo o en otro del estudio, se realizó aleatoriamente cogiendo un papel de una bolsa. La letra A para el grupo Control y la B para el grupo Estudio.

Por lo tanto, es lo primero que realizaron los pacientes antes de pasar ningún cuestionario.

La primera visita se realizó de la misma forma para los dos grupos.

1. Cada paciente rellenó la hoja con los datos personales, se le explicó en qué consistía el estudio, riesgos, tipo de estudio, objetivos y firmó el consentimiento informado. (Fotografía 10)



Fotografía 10

2. Se les pasó la hoja con el cuestionario de historia clínica, con la finalidad de descartar alguno de los motivos de exclusión anteriormente expuestos.

3. Se les hizo una serie de tests para descartar alguna contraindicación en el caso de ser manipulado, independientemente de a que grupo pertenecía el sujeto, unificando así el protocolo de actuación.
  - a. Exploración general de la columna en busca de posibles restricciones de la movilidad. Explicado anteriormente
  - b. Test de vibración sobre los segmentos dolorosos y próximos a los posiblemente manipulados T1-T4. Explicado anteriormente
  - c. Test de la arteria aorta abdominal con el fin de descartar algún posible aneurisma. Explicado anteriormente
4. Se les tomó la tensión arterial y el pulso en reposo estirado en la camilla, siempre sobre el brazo izquierdo, ya que es normalmente el brazo no dominante<sup>28-29</sup>. (fotografía 11)



Fotografía 11

5. Calentamiento de 5 minutos caminando en la cinta, donde se realizó la prueba. (Fotografía 12) Durante este tiempo se le explicó a cada paciente los diferentes estadios del test, y que 5 segundos antes de la finalización de cada periodo, debían decir la sensación de esfuerzo del 1 al 10 (escala

de Borg) y la frecuencia cardíaca (aparecía en la pantalla de la máquina). Estos datos se registraron en la hoja de protocolo del test de Bruce. (anexo 5). En el momento en el que se finalizaba la prueba por fatiga, se anotó la frecuencia cardíaca, la escala de Borg, se les tomó la tensión y se procedió a anotar la frecuencia cardiaca en los minutos 1, 3 y 5. Además se anotó el valor de VO2 max determinado por la máquina, este valor se extrae de la siguiente fórmula<sup>7-8</sup>:

a. Para los hombres  $VO_2 \text{ max} = 14,8 - (1,379 \times T) + (0,451 \times T^2) - (0,012 \times T^3)$

b. La Mujer y el  $VO_2 \text{ max} = 4.38 \times T - 3.9$

T = tiempo total en la cinta mide como una fracción de un minuto (es decir: un tiempo de prueba de 9 minutos y 30 segundos, se podría escribir como T=9.5. Compararemos el valor de VO2 máx con el siguiente test.



Fotografía 12

6. Una vez finalizó el test se les agendó para tres semanas más tarde, para realizar la segunda sesión y se les solicitó que no modificaran su tipo de entrenamiento y/o de tratamiento que hacían normalmente.

## 2ª Sesión

El grupo de estudio:

1. Se le realizó la técnica “DogTechnique bifacetaria” sobre T2<sup>4</sup>.
  - a. El paciente se colocó en decúbito supino, colocándose el osteópata a su lado derecho.
  - b. Para dar el imput sobre T2 el osteópata solicitó al paciente que cruzara los brazos sobre el pecho, con el brazo izquierdo por encima y con sus manos por la parte externa de cada hombro.
  - c. Con la mano cefálica el terapeuta ayudó al paciente a hacer una flexión y torsión derecha del tronco, permitiendo así que el terapeuta palpara con su mano caudal los tejidos alrededor de T2. (Fotografía 13)

Fotografía 13



- d. Se realizó un apoyo dejando la apófisis espinosa de la tercera torácica (T3) entre la región tenar y los dedos flexionados.

- e. Se colocaron los codos del paciente sobre la región epigástrica del terapeuta ejerciendo una ligera tensión descendente y caudal de aproximadamente 45°.
- f. Teniendo ya la sensación de tensión se le pidió al paciente que realizara inspiración y espiración, para realizar durante la espiración el impulso de baja amplitud y alta velocidad realizando de esta forma la apertura bilateral de las facetas articulares de T2 con respecto a T3. (fotografía 14)



Fotografía 14

- 2. Se midió la tensión arterial y la frecuencia cardiaca de reposo, se tomó después de la técnica para poder comparar los efectos del test de Bruce sobre dichos parámetros.
  - a. Paciente tumbado del mismo modo que para la técnica de tratamiento.

- b. Se le pasó el manguito que mide la presión en el brazo izquierdo y se tomó la presión de forma automática con el medidor Omron.
    - c. Se anotaron los valores de TA máxima y mínima y la frecuencia cardíaca de reposo.
  3. Se procedió a realizar el test de esfuerzo del mismo modo que se realizó en la primera visita.
  4. Se anotaron los resultados de la misma forma que se hizo en la primera sesión. Tiempo total de la prueba, FC final, TA final y FC de reposo cada 1, 3 y 5 minutos.

El grupo Control:

1. Se les realizó la técnica placebo, que consistió en tratar la zona de alrededor de T2 y la espinal con un ultrasonido limitado a intensidad 0 para producir dicho efecto. Duración de 5 minutos. (Fotografía 15)



Fotografía 15

2. Se midió la tensión arterial y la frecuencia cardíaca de reposo.

3. Se procedió a realizar el test de esfuerzo como ya se había realizado durante la primera sesión.
4. Se anotaron los resultados de la misma manera que en la primera visita. Tiempo total de la prueba, FC final, TA final y FC de reposo cada 1, 3 y 5 minutos.

## **E. Planificación del estudio**

- Enero y febrero 2011: búsqueda de artículos relacionados con el tema a tratar tanto de forma bibliográfica como por internet.
- Marzo: captación de sujetos para realizar el estudio.
- Abril- julio 2011: realización del estudio.
- Septiembre i octubre 2011: análisis de los resultados.
- Noviembre- diciembre 2011: conclusiones y redactado del estudio
- Enero 2012: corrección final y entrega del estudio

## F. Resultados

Para el análisis estadístico se utilizó una base de datos para reflejar las diferentes variables a estudio, que fue preparada para poder ser leída y manipulada con el software SPSS19.0.

- ✓ Lectura y validación de la base de datos a estudio

En primer lugar se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (EDA), con el fin de detectar posibles valores extremos, fuera de rango, valores perdidos, o variables con poca variabilidad. Se detectaron las siguientes anomalías:

Escala	Casos perdidos > 70	ST5FCPre ST5FCPost ST5BorgPre ST5BorgPost Cambio en FC Step 5 Cambio en Borg Step 5
	Coefficiente de variación < 0.001	BorgFinalPost

En el caso de FC i Borg en el ST5 (estadio 5 del estudio), fue normal el elevado número de valores perdidos, ya que fueron pocas las personas que llegaron a este paso. En el caso de Borg final se detectó un Coeficiente de variación demasiado bajo ya que el 100% de los sujetos puntúan 10 al final del ejercicio, después del tratamiento (lo que era de esperar al ser un test máximo).

Una vez finalizado el proceso de depuración de la base de datos, ésta ha sido cerrada con una muestra total de 23 sujetos, 14 hombres (60.9%) y 9 mujeres (39.1%), repartidos entre el grupo Control (7 hombres y 5 mujeres) y el grupo tratado (7 hombres y 4 mujeres). Lo que es una muestra bastante homogénea tanto en número como en género.

#### ✓ Variables analizadas

Para proceder al análisis estadístico se clasificaron las variables en los siguientes tipos:

- Variable Dependiente (respuesta) Cuantitativa: Tiempo Total del ejercicio (pre y post), FC (en cada step, y pre-post), Borg (en cada step, y pre-post). VO2 max (pre y post). Se generaron las variables “cambio” para cada una de las anteriores, restando para cada sujeto la puntuación final (post) menos la puntuación inicial (pre), obteniéndose así las variables “cambio en...” para cada una de las medidas tomadas.
- Factores (variables explicativas cualitativas): Grupo (tratamiento o control); sexo (Hombre/mujer)

#### ✓ Métodos estadísticos

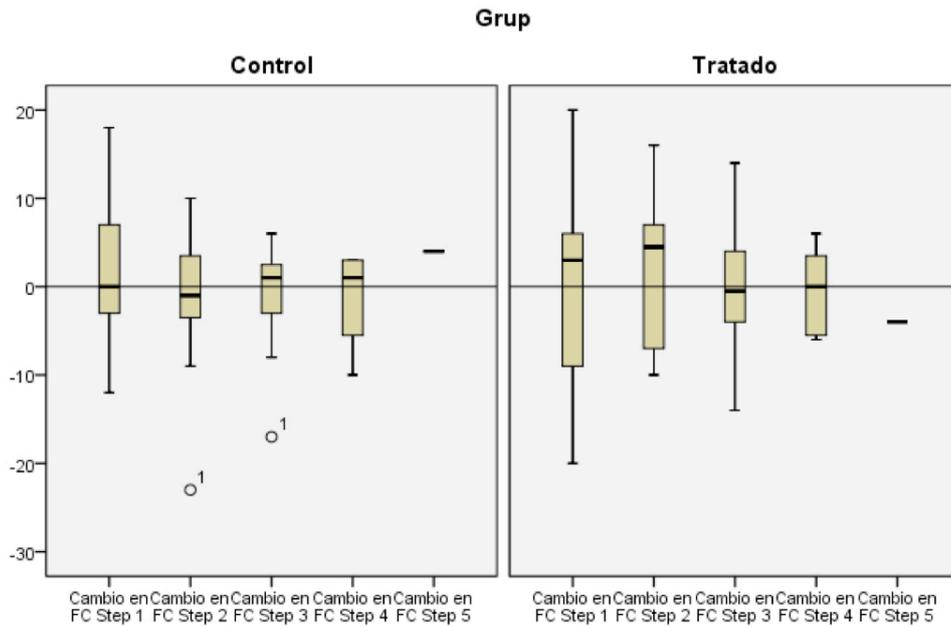
El análisis estadístico se realizaron con el software SPSS 19.0

Las decisiones estadísticas se realizaron tomando como nivel de significación el valor 0.05.

Las comparaciones entre el cambio producido pre-post en función del grupo (tratamiento/control) se han realizado con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

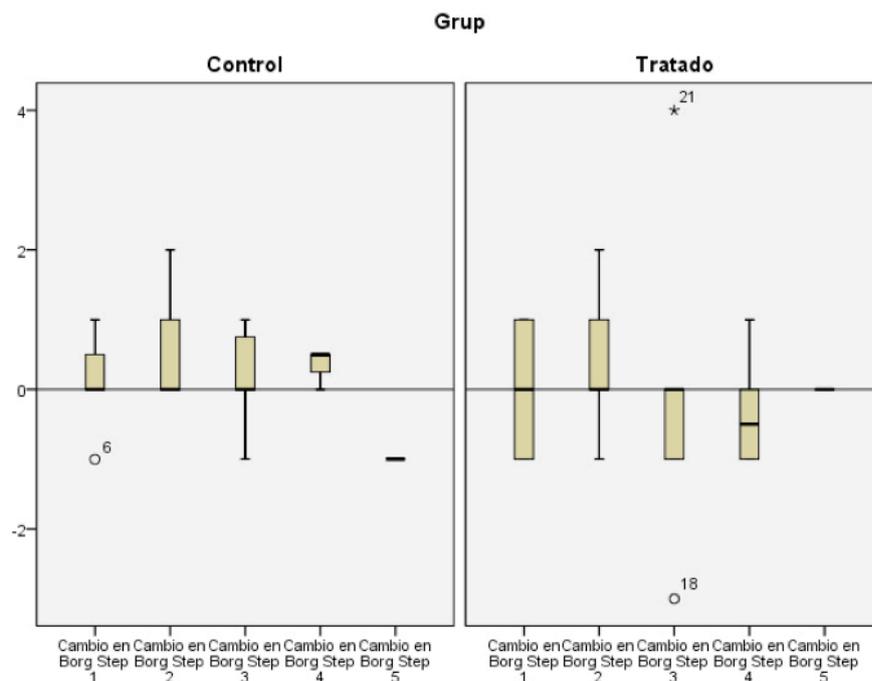
Tras analizar todos los datos anteriormente descritos se llegó a la conclusión que **no se habían producido cambios significativos** en los diferentes parámetros estudiados y comparados, tal y como se muestra en las siguientes gráficas.

En la gráfica 1 se ha analizado el cambio de frecuencia cardíaca en cada uno de los estadios del test en función del grupo (tratamiento-placebo). Y no se han observado modificaciones significativas.



Gráfica 1

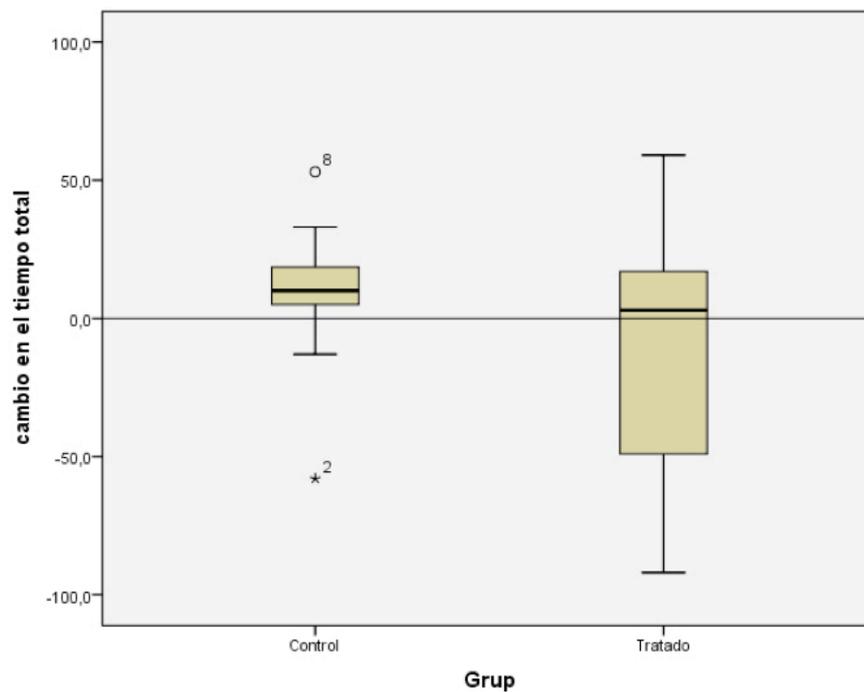
En la gráfica 2 se ha observado el cambio en los valores dados en la escala de Borg, en esta gráfica se han observado mejoras aunque no significativas estadísticamente hablando en el grupo “tratamiento”, pudiendo entre ver que algunos pacientes del grupo tratado se encontraban mejor tras la manipulación.



Gráfica 2

En la gráfica 3 se ha analizado en cambio en el tiempo total, de nuevo no hay modificaciones significativas, ya que la media es muy parecida en el grupo control y en el grupo tratado.

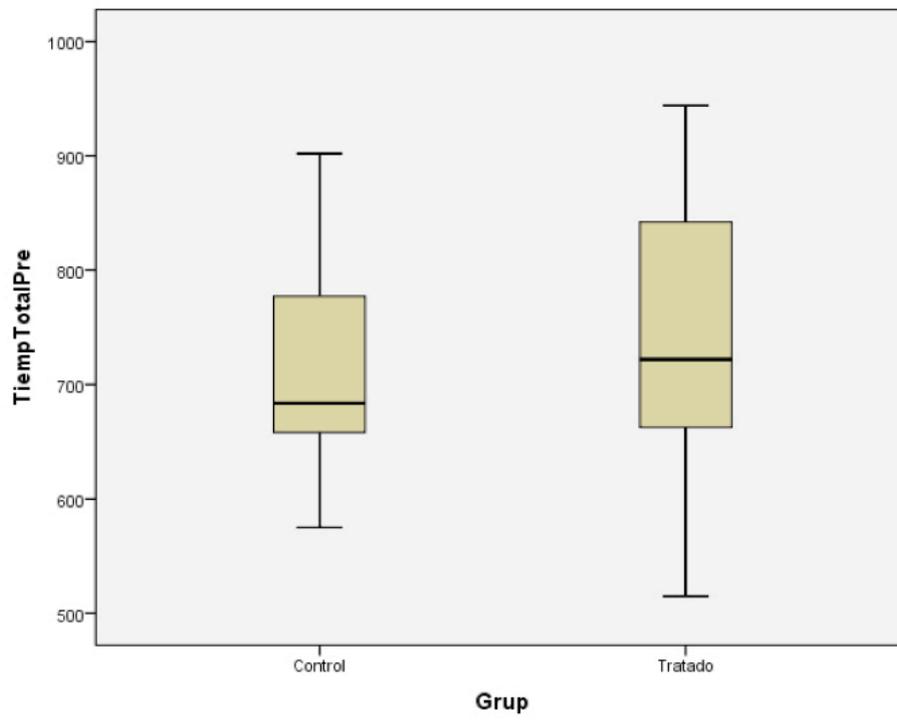
#### **cambio en el tiempo total**



Gráfica 3

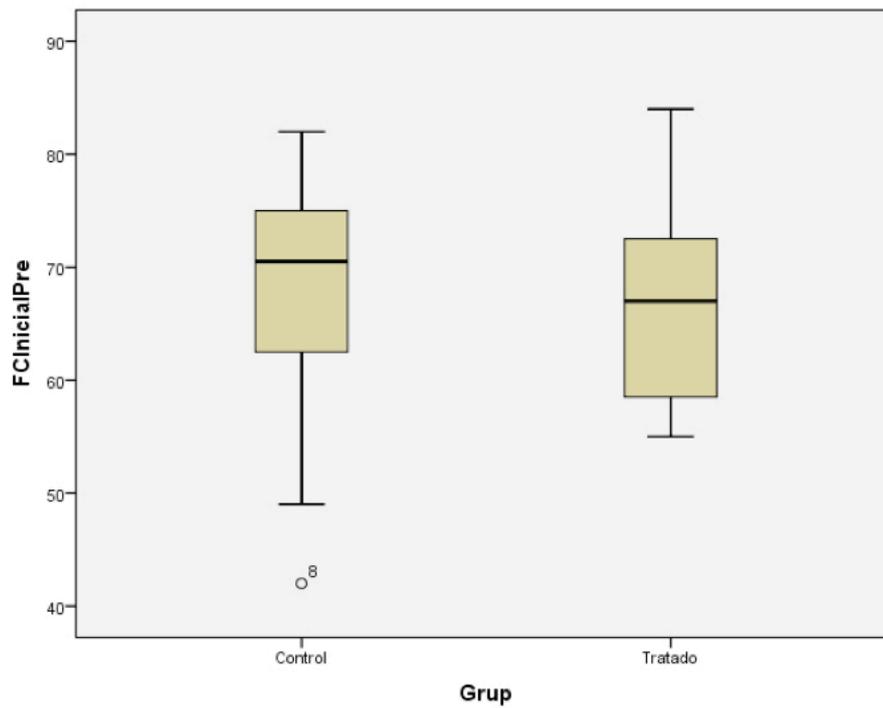
En la gráfica 4, 5 y 6 se ha analizado la diferencia entre el grupo placebo y el grupo control para verificar la homogeneidad del grupo. Se ha constatado que no hay diferencias significativas, siendo de esta forma una muestra homogénea.

## TiempTotalPre



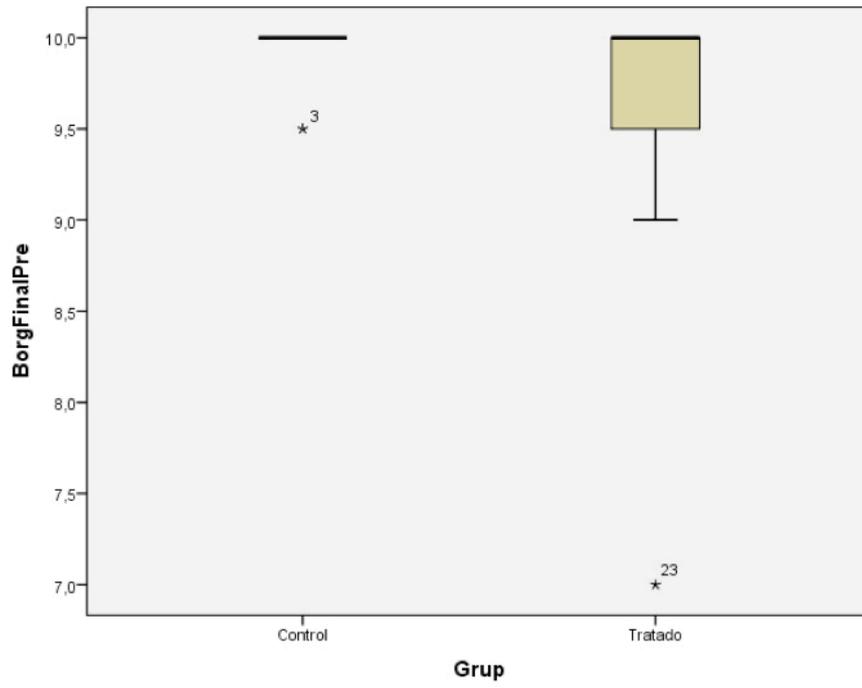
Gráfica 4

## FCInicialPre



Gráfica 5

## BorgFinalPre



Gráfica 6

## **G. Discusión**

Tras analizar los datos estadísticos se ha constatado que no se han producido cambio en el test máximo, pero debemos ser críticos y analizar el por que no se ha cumplido nuestra hipótesis.

Por un lado, la elección de un test de esfuerzo **máximo** para analizar la respuesta cardiovascular, no haya sido quizás la más acertada. Depende de muchos otros factores como por ejemplo: la motivación<sup>30</sup> por realizar el test hasta el agotamiento, la capacidad de sufrimiento del sujeto en los últimos estadios del test, si ese día han descansado menos o si acaban de comer... Son factores difícilmente controlables en un entorno clínico y no de alto rendimiento deportivo. Normalmente en deportistas de alto nivel, la motivación en este tipo de test es mucho mayor, ya que es un reto personal donde cada prueba ha de ser mejor que la anterior. Por otro lado, si esta prueba se realiza con compañeros de trabajo, este reto personal no es generalizado y depende del nivel de competitividad de alguno de los participantes.

Además cuando el paciente ya conoce el funcionamiento del mismo, sabiendo que es un test máximo y lo que hay que esforzarse, evita el volver hacerlo, ya que a nadie le gusta sufrir, quizás por ello los resultados finales de los test pierden una cierta validez, ya que pueden no expresar la realidad de su estado físico.

Inicialmente se planteó hacer un tercer test de esfuerzo, pero se descartó la idea por la dificultad que el test implicaba. De esta manera se evitaba hacer pasar a los pacientes por una tercera prueba de esfuerzo máximo, en un período de tiempo tan corto. Además durante el ensayo clínico se desconocía si habrían cambios significativos entre el primer y el segundo test. Y por último, teniendo en cuenta que el objetivo del estudio era observar una causa-efecto entre la manipulación y la mejora del rendimiento, y no tanto un análisis de mejora a largo plazo, se desestimó la realización del tercer test de esfuerzo.

A la hora de hacer el estudio se pensó también la opción de hacer un protocolo de tratamiento del sistema cardiovascular, para observar si se producía una mejora en el rendimiento. Al final se optó por ver los efectos de la manipulación como elemento único de tratamiento, de esta manera era más fácil aislar la técnica, mientras que si se hacían varias en forma de protocolo, era difícil saber si había alguna técnica mejor que otra y que fuera ésta la responsable de dicho cambio. Aunque viéndolo ahora una vez finalizado el estudio, quizás sería buena opción establecer un protocolo de tratamiento para poder valorar los cambios en el rendimiento deportivo de diferente modo, y no con un test de esfuerzo máximo.

A pesar de que estadísticamente no se han producido cambios significativos, en algunos sujetos del grupo de tratamiento, sí se ha podido observar pequeños indicios de mejora durante los diferentes estadios del test tras la manipulación de T2, tales como:

- Una leve disminución de la FC. (gráfica 1)
- Un valor ligeramente inferior en la escala de Borg o escala de percepción del esfuerzo (gráfica 2)

Estos dos últimos valores nos dan a entender que el sujeto aparentemente debería mejorar su marca en el test de esfuerzo, pero no siempre fue así, ya que algunos finalizaban el test antes (y no por fatiga máxima). Estos datos refuerzan lo comentado en los párrafos anteriores respecto a la motivación y la capacidad de sufrimiento.

Finalmente no se ha utilizado el VO<sub>2</sub> máx. como control del esfuerzo ya que es un valor que sale exclusivamente del tiempo total de la prueba. Valorando esta tiempo nos da los datos suficientes para estimar las posibles mejoras.

En el caso de volver a reproducir un estudio similar mis cambios serían los siguientes:

- Un grupo de población de deportistas de élite de algún club profesional o de algún centro de alto rendimiento, no un grupo de personas atléticas pero sin motivaciones por hacer un test máximo.
- Un protocolo de tratamiento osteopático, en lugar de un sólo ajuste articular.
- Un test submáximo donde no haya tantos condicionantes o factores que puedan modificar el resultado final. Otra opción sería realizar pruebas más analíticas de observación del sistema cardiovascular.

## **H. Conclusiones**

- No se han producido cambios estadísticamente significativos en el rendimiento cardiovascular, tras la realización de una manipulación sobre el segmento de T2, medido mediante un test de esfuerzo máximo sobre tapiz rodante.
- El test de elección no ha sido determinante para afirmar si la manipulación de T2 ha producido cambios en la frecuencia cardíaca, mejorando de esta forma el rendimiento cardiovascular.
- Los test de esfuerzo máximos requieren de una gran motivación para ser realizados con total garantía de fiabilidad.

No hemos demostrado nuestra hipótesis, que era que una manipulación en personas sanas, optimizaría el sistema cardiovascular y por lo tanto tendríamos una mejora en el rendimiento deportivo, pero hemos de ser constantes y parece necesaria una mayor investigación para poder obtener más información en este campo.

Se ha tenido además el handicap de tener una muestra muy limitada ya que no se ha tenido ayuda de ninguna institución o centro deportivo importante y se ha contado exclusivamente con compañeros de trabajo, siendo además limitado por los recursos propios del centro, como son diferentes horarios de trabajo de los compañeros, siendo en ocasiones difícil coincidir con tal de realizar las diferentes sesiones y mantener el timing correcto entre las diferentes sesiones realizadas.

Sería interesante que este trabajo sirviera para iniciar una nueva vía donde poder desarrollar el campo de la osteopatía y buscar donde podemos optimizar los resultados deportivos de las diferentes disciplinas, con el fin de una máxima colaboración entre clubs y terapeutas, como ya están haciendo en alto rendimiento, dónde cada vez más se integran los osteópatas en estructuras técnicas de deportes como son el fútbol, baloncesto...

## I. **Bibliografía**

- <sup>1</sup> Pickar JG. *Neurophysiological effects of spinal manipulation*. Spine J. 2002; 2:366
- <sup>2</sup> Kappler RE, Jones JM. *Técnicas de thrust (Alta velocidad y baja amplitud)*. A: Ward RC. *Fundamentos de Medicina Osteopática*. Segunda Edición. Edición en español, Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006. P.921-950
- <sup>3</sup> Lee Goldman, Eugene Barruntad. *Cardiología en atención primaria*. Barcelona: Ed. Elsevier; 2000. P. 246
- <sup>4</sup> Ricard F. *Tratamiento Osteopático de las algias del raquis torácico*. Madrid: Editorial Panamericana; 2007. P.364
- <sup>5</sup> Budgell B, Hirano F. *Innocuous mechanical stimulation of the neck and alterations in heart-rate variability in healthy young adults*. Auton Neurosci Basic Clin 2001; 91:96-9
- <sup>6</sup> Croft P., Blythe F., Van der Windt D. *Chronic Pain Epidemiology: From Aetiology to Public Health*. Londres: Oxford University Press; 2010. P. 259
- <sup>7</sup> Foster et al. (1984) *Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance*. American Heart Journal, 107 (6), P. 1229-1234
- <sup>8</sup> Pollock et al. (1982) *Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women*. American Heart Journal, 103 (3), P. 363-373
- <sup>9</sup> Ward RC. *Fundamentos de Medicina Osteopática*. Segunda edición. Edición en español. Buenos Aires: Editorial Pan-American; 2006 P. 133 fig.7-7
- <sup>10</sup> Kuchera W, Kuchera M. *Osteopathic Considerations in Systemic Dysfunction*. Second Edition. original Works 1991 P. 53-54

- <sup>11</sup> J.R. Barbany. *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002 P.143-145
- <sup>12</sup> Guyton. *Tratado de Fisiología Médica*. Decima edición. Ed. Mc Graw Hill pág. 848
- <sup>13</sup> Tirano J. Interaction of espinal biomechanics and physiology. En: *Anonymous principles and practice of chiropractic* , 2nd Ed. Norwalk: Appleton and Lange 1992:225-57
- <sup>14</sup> Brodeur R. *The audible release associated with joint manipulation*. J Manipulative Physiological therapy; 1995;18:155-64
- <sup>15</sup> Pickar JG. *Neurophysiological effects of spinal manipulation*. Spine J. 2002; 2:359
- <sup>16</sup> Gentil D, J Assumpção, Yamamura Y, Barros Neto T. “El efecto de la acupuntura y moxibustión en el rendimiento físico de los sujetos sedentarios sometidos a prueba ergoespirométrico en la cinta”. Journal of Sports Medecine and Physical Fitness.. 2005 Mar; 45 (1) :134-40.
- <sup>17</sup> James Jones H. *Disfunción somática*. A: Ward RC. *Fundamentos de Medicina Osteopática*. Segunda edición. Edición en español, Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A; 2006. p. 1238-1247
- <sup>18</sup> Borobia C. *Valoración del daño corporal. Columna, pelvis y parrilla costal*. Barcelona: Editorial Elsevier Masson; 2008 P. 225
- <sup>19</sup> Michael M. Henry, Jeremy N. Thomson. *Cirugía clínica*. Barcelona: Editorial Masson; 2005. P.433
- <sup>20</sup> J.Lopez Chicharro, A. Fernandez Vaquero. *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2006. P. 476
- <sup>21</sup> Salinas N. *Manual para el técnica de sala de fitness*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005. P. 54

- <sup>22</sup> Jack H. Wilmore, David L. Costill. *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007. P. 242
- <sup>23</sup> Gunnar Borg. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Estados Unidos: Human Kinetics; 1998. P. 13
- <sup>24</sup> P. Prithvi Raj. *Tratamiento Práctico Del Dolor*. Barcelona: Editorial Elsevier; 2001. P. 442
- <sup>25</sup> Calderón F.J., Legido J. C. *Neurofisiología aplicada al deporte*. Madrid: Editorial Tebar; 2002 P. 66
- <sup>26</sup> World Health organization. *Benchmarks for training in osteopathy*. World Health Organization. Switzerland; 2010. P.15
- <sup>27</sup> American College of Sport Medicine. *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Segunda edición. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005. P. 60
- <sup>28</sup> Michel Brack. *La hipertensión arterial*. Barcelona: Editorial Hispano europea; 2009. P. 19
- <sup>29</sup> Donald E. Hricik, Smith M. *Secretos de la hipertensión arterial*. Madrid: Editorial Elsevier; 2003 p.1-3
- <sup>30</sup> Emilio J. Martínez López. *Pruebas de aptitud física*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002 P. 91

## **Anexo 1**

DATOS PERSONALES	
FECHA	
NOMBRE	
PESO	
ALTURA	
EDAD	

DATOS INICIALES DEL PROTOCOLO	
VELOCIDAD INICIAL (km/h)	2.8 Km/h
INCREMENTO DE VELOCIDAD CADA 3 Min (km/h)	1.3 Km/h
INCREMENTO DE PENDIENTE CADA 3 Min	2 %

DESARROLLO DEL PROTOCOLO				
TIEMPO TRANSCURRIDO	VELOCIDAD (Km/h)	PENDIENTE	FC (ppm)	ESCALA DE BORG
3'	2,8	10 %		
6'	4,1	12 %		
9'	5,4	14 %		
12'	6,7	16 %		
15'	8	18 %		
18'	9,3	20 %		

RESULTADOS FINALES				
TIEMPO TOTAL DE LA PRUEBA				
VALORACIÓN ESCALA DE BORG				
FC MAX (85%)	Ppm		% Max	
TENSIÓN ARTERIAL	Inicial		Final	
FC RECUPERACIÓN (ppm)	1 min	3 min	5 min	
OBSERVACIONES				

# Escala de Borg

- 0,5 Inapreciable
- 1 Extremadamente Débil
- 2 Muy Débil
- 3 Débil o Ligero
- 4 Moderado
- 5 Poco duro
- 6 Duro
- 7 -----
- 8 Muy Duro
- 9 -----
- 10 Extremadamente Duro o máximo

**Anexo 3**

Datos de paciente

Código del sujeto: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_  
—

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DNI \_\_\_\_\_

#### **Anexo 4**

Por satisfacción de los derechos del sujeto , como instrumento favorecedor del uso correcto de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, y en cumplimiento de la ley de sanidad.

#### **Sujeto:**

Don/doña.....de .....años de edad  
con domicilio en.....ciudad.....  
C.P..... D.N.I.....

#### **Representante legal/tutor/Familiar:**

Don/doña.....de .....años de edad  
con domicilio en.....ciudad.....  
C.P..... D.N.I.....

#### **DECLARO:**

Que he sido debidamente informado respecto:

- Al estudio voluntario del que formaré parte.
- A la justificación del uso de diversas técnicas osteopáticas.

He comprendido la naturaleza y propósito del procedimiento que se me ha de practicar. También se me ha explicado los posibles riesgos y complicaciones. He tenido la oportunidad de aclarar mis dudas y ampliar oralmente la información en una entrevista personal con.....; por lo que daclaro que he sido debidamente informado, que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo los riesgos del estudio.

En estas condiciones, **CONSIENTO** formar parte del estudio de manera voluntaria y, para que así conste, firmo el presente original.

Barcelona a ..... de ..... del 20..

Firmado: Osteópata      Firmado: Sujeto (representante legal, tutor o Familiar)

## **Anexo 5**

### **Historia clínica**

- Padece dolor en la espalda de manera habitual
  - Sí (valor del 1 al 10\*)\_\_\_\_\_ ○ No
- \*1 = mínimo dolor / 10 = máximo dolor
- Padece o ha padecido alguna enfermedad cardiovascular (arritmia, angina de pecho, valvulopatía...)
  - Sí (cual)\_\_\_\_\_ ○ No
- Padece alguna enfermedad metabólica no controlada (diabetes...)
  - Sí (cual)\_\_\_\_\_ ○ No
- Toma algún tipo de medicación o ha tomado durante mucho tiempo
  - Sí (cual)\_\_\_\_\_ ○ No
- Sigue algún tratamiento físico u osteopático
  - Sí (cual)\_\_\_\_\_ ○ No
- Cuantas horas entrena por semana
  - Menos de 3 horas por semana ○ Más de 3 horas por semana
- Observaciones que crea importantes y que no se haya mencionado anteriormente \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **Anexo 6**

### **Test de exclusión**

Exploración general de la columna dorsal.

Test de vibración sobre T2 (como sospecha de fractura o fisura, proceso tumoral o proceso osteoporótico)

Test para descartar aneurisma aórtico