

1. AGRADECIMIENTOS

Brindo mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la relación y culminación de este ensayo piloto. En primer lugar a la Dirección de la Escuela de Osteopatía de Barcelona. También quiero agradecer al INEFC de Barcelona que me ha prestado las instalaciones y el material igual que al profesor Josep Maria Padullés y a Adrián García Fresneda, que me han acompañado en el análisis biomecánico. Un especial agradecimiento al tutor que me acompañó, apoyó y ayudó durante todo este proceso, Gerard Álvarez.

2. RESUMEN

Antecedentes: Hay muchos estudios en la carrera de 100 metros lisos en amputados de EEII, pero no de atletas amputados de EESS. Además no hay ningún estudio a mi alcance que trate sobre la osteopatía relacionada con la mecánica de movimiento en deportistas.

Objetivos: demostrar que se pueden disminuir la diferencia de longitud de zancada entre ambas piernas y aumentar la longitud de zancada, la frecuencia de zancada y la disminución de pasos en la carrera en atletas amputados de una extremidad superior, mediante la aplicación de un tratamiento osteopático estructural focalizado sobre los segmentos L3 y T12, tanto a corto como a medio plazo.

Material y métodos: ocho atletas con amputación de extremidad superior, federados en atletismo paralímpico y mayores de edad fueron aleatorizados y asignados al grupo control o al grupo experimental. Se ha realizado un enmascaramiento a doble ciego. Ambos grupos recibieron una intervención previa a la carrera, otra inmediatamente después y dos más con un mes de diferencia. La intervención experimental seguía el objetivo de mejorar la rotación de cinturas y se compara con una intervención control. La grabación de la carrera se hizo con dos cámaras de alta velocidad Casio FH1, una fija cámara A fija y la otra en modo (panning) realizando el seguimiento desde el mismo lado que la cámara A.

Resultados: La frecuencia de la zancada se redujo significativamente. Respecto a la diferencia de longitud de zancada se ha visto una tendencia a la disminución en caso del grupo experimental, pero sin ser estadísticamente significativa. Los demás parámetros no quedan alterados por los tratamientos de ninguno de los grupos.

Abstract

Precedents: There are some studies about biomechanics of 100 metre athletes with lower limb amputees, but not with upper limb amputees. Apart from that, there are no studies, which relate osteopathy to biomechanics of athletes with upper limb amputation.

Objectives: The objective is to demonstrate that the osteopathic treatment on T12 and L3 can produce short and medium term changes: lower the difference of average stride length of each leg and the number of steps and increase the average stride length of both legs and the frequency of strides.

Material and methods: We selected a sample of eight athletes (n=8), four for the control group and four for the pilot group. The inclusion criteria were: upper limb amputees, members of the Paralympic federation and in age of majority. The selection and masking was performed as double blind. To analyse the dash (first 20 meters) we used two high-speed cameras Casio FH1. One camera was fixed and the other one in panning mode continuing the movement of camera A. Both groups received a treatment just before the dash and another one month later. The treatment for the pilot group followed the objective to improve the waist rotation, while the treatment for the control group tried to be only placebo.

Results: The only significant result (calculating T-student) was on the frequency of strides. There is a non-significant tendency on the difference between the average of stride length of each leg, but not relevant calculating T-student. The other parameters did not change, neither in the pilot group neither in the control group.

3. ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS	2
2. RESUMEN	2
3. ÍNDICE	4
4. INTRODUCCIÓN	6
4.1 Definición del problema	6
4.2 Justificación	6
4.3 Marco teórico	7
5. OBJETIVO	10
5.1 Objetivo específico	10
6. MATERIALES Y MÉTODOS	11
6.1 Descripción de la muestra	11
6.2 Aleatorización y ocultación de la asignación	12
6.3 Enmascaramiento	12
6.4 Intervención del grupo experimental	13
6.5 Intervención del grupo control	14
6.6 Material	15
6.7 Metodología	15
6.8 Variables del resultado	16
6.9 Análisis estadístico	17
6.10 Análisis de subgrupos	17
6.11 Consentimiento informado y consideraciones éticas	18
7. RESULTADOS	19
8. DISCUSIÓN	20
9. CONCLUSIONES	21
10. BIBLIOGRAFÍA	22
11.1 ANEXO 1: Consentimiento informado	24
11.2 ANEXO 2: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial	27
12.3. Figuras de la metodología del análisis	28a
Figura 1.1 . Posicionamiento y rango de captura de las cámaras	28b
Figura 1.2: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de contacto	28c
Figura 1.3: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de vuelo. Y también medida del tiempo de vuelo en s.	29a
Figura 1.4: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de vuelo. Y también medida del tiempo de vuelo en el inicio de vuelo.	29b
Figura 1.5: Cálculo del tiempo de vuelo en el inicio de contacto	30a
Figura 1.6: Medida de la distancia en el metro 17.	30b
12.4 Resumen de tablas y gráficos	31a
1.1 Tiempo total	31b
1.2 Longitud de zancada	31c
1.3 Longitud de zancada pierna izquierda	32a
1.4 Longitud de zancada pierna derecha	32b

1.5 Frecuencia de zancada	33a
1.6 Tiempo de contacto	33b
1.7 Tiempo de vuelo	34a
1.8 Número total de pasos	34b
1.9 Diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda	35a
1-4	
12.4 Certificado de conformidad del Tutor del Protocolo	36
13. Certificado de aprobación del tutor	38
14. Certificado de autoria y derecho del proyecto	39

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los atletas de 100 metros lisos, amputados de una de las extremidades superiores tienen una longitud y frecuencia de zancada menor que los atletas normales. ¿Esto es causa de la alteración biomecánica de la carrera por un brazo de palanca menor a un lado que al otro? ¿Podemos influir sobre esta biomecánica a través de un tratamiento osteopático estructural sobre T12 y L3?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La carrera de velocidad con pacientes amputados de la extremidad superior está muy poco estudiada. Un estudio realizado con atletas paralímpicos de 100 metros lisos de Beijing 2008¹, trata todas las discapacidades físicas por amputaciones, aunque centrándose más en las amputaciones de extremidad inferior y utilizando como principal sujeto de estudio al atleta Oscar Pistorius.

En cuanto a la osteopatía relacionada con pacientes amputados en el deporte es un tema nuevo en la bibliografía. Con los recursos que están a mi alcance, no he encontrado ningún estudio que relacione el tratamiento osteopático con pacientes amputados en el ámbito deportivo. Es por ello que considero que este estudio puede ser muy interesante para deportistas a cualquier nivel, entrenadores y para los osteópatas que o bien descubrirán nuevas salidas laborales o bien limitaciones.

1.3 MARCO TEÓRICO

Existe un importante colectivo de deportistas que no pueden participar en las competiciones siguiendo el reglamento establecido, por lo que se realizan ciertas adaptaciones.

En el atletismo adaptado a la discapacidad física nos encontramos con dos grandes grupos de practicantes en función a su capacidad motriz:

- Atletas ambulantes.
- Atletas con silla de ruedas (paraplégicos y tetraplégicos).

Según la bibliografía², estos dos grupos se dividen a su vez en varios subgrupos en función del grado de movilidad que conserva cada persona, así, para los ambulantes, existen siete niveles en carreras, saltos y lanzamientos que van del T-40 hasta el T-46 y el F-40 hasta el F-46 en los concursos. La letra T representa los que compiten en pista (en inglés, *track*) y la letra F es para los atletas de campo (en inglés, *field*) y el número que se muestra se refiere a su grado de discapacidad. Así pues 40 al 46 son atletas amputados, entre los cuales del 42 al 44 son las piernas las afectadas y del 45 y 46 son los brazos. Los atletas de estas clases compiten de pie y no necesitan una silla de ruedas.

Dentro del grupo de ambulantes se encuentran los amputados de extremidad superior, incluidos en la categoría T46, atletas con amputación por encima o debajo del codo o reducida funcionalidad en una o ambas extremidades. Los podemos dividir en dos grupos:

- **Amputados por encima del codo**, de un brazo. Esta categoría se llama A6.
- **Amputados por debajo del codo**, de un brazo. Esta categoría se llama A8.

La carrera de velocidad por excelencia es la de 100 m lisos, considerada la prueba reina de la velocidad. Se divide en las siguientes fases: salida, aceleración, máxima velocidad, desaceleración y llegada. La fase aceleración, la cual se desarrolla desde el momento en que el corredor efectúa el primer paso hasta el momento en el cual ya no puede incrementar más su velocidad de carrera³, es la considerada más importante para un velocista⁴. La aceleración tiene como objetivo aumentar la velocidad, mediante el incremento de la longitud de la zancada y la frecuencia de la misma. El cuerpo alcanza la normalidad de la carrera, es decir la máxima velocidad, aproximadamente a los 20 a 30 metros⁵.

En un estudio que se realizó en 2008¹ se mostró, entre otras cosas, que la longitud de la zancada en atletas con amputación de la extremidad superior es menor que la zancada en atletas sin discapacidad. Concretamente se vio que el número de zancadas está por debajo de 50 (49,53), siendo la amplitud media de 2,02 m (DE 0,06) y la frecuencia de 4,39 Hz (DE 0,18), en categoría masculina y entre 51 y 54 zancadas, una amplitud media de 1,93 m (DE 0,06) y una frecuencia de 4,00 Hz (DE

0,11), en la categoría femenina. En otro artículo⁶ se analizaron los siguientes parámetros en atletas sin discapacidad: Longitud de la zancada 2,15-2,27, frecuencia de la zancada 4,40-4,58 y número de pasos de 43-46 en la categoría masculina. En la categoría femenina la longitud media de la zancada es de 1,90-2,10, la frecuencia de la zancada de 4,20-4,80 y el número de pasos de 47-42. Comparando estos valores, vemos que las diferencias son más significativas en la categoría masculina.

Según la literatura osteopática clásica, L3 tiene una función importante como vértebra en la máxima curvatura lumbar, ejerciendo función de pivote y siendo además la primera vértebra lumbar realmente móvil⁷. En condiciones normales, L3 es el centro de gravedad, por el cual debe pasar la línea de gravedad en bipedestación^{8,9}. Esta línea definida en bipedestación oscila con la marcha. En cuanto a las líneas de Littlejohn, la línea P/A se separa a la altura L2-L3 y va hacia los acetábulos. Por ello tiene que haber una buena coordinación con las piernas^{10,11}.

T12-L1 es la charnela dorso-lumbar, que está sometida a numerosas sollicitaciones mecánicas dinámicas de cizalladura-torsión, más importantes cuanto más rápida la marcha o la carrera¹². Al igual que L3, T12 ejerce función de pivote, principalmente durante la torsión toracoabdominal, por lo que se trata de otro punto comprometido de la columna vertebral. Es una zona de transición entre el movimiento típico de las vértebras dorsales influenciado también por las costillas y el movimiento lumbar. Tiene mucha importancia en la marcha porque es cuando se generan las curvas laterales en las que ejerce función de pivote. Además se adaptan fácilmente al estrés en otras partes del cuerpo, especialmente a la torsión de pelvis. Debido a que la torsión de pelvis es una característica de la marcha o la carrera, deberemos tener en cuenta este aspecto. Según Kapandji¹¹ es considerada la rótula del eje vertebral.

Se demostró que aumentando el momento de inercia de la parte superior del tronco y los brazos se consigue una influencia sobre la rotación de la pelvis¹³. Por otro lado¹⁴, se demostró que hay una relación estadística entre la rotación del tronco con la velocidad de la carrera. Cada individuo tiene su propia biomecánica normal de carrera, según cómo coordina entre el movimiento de tronco y extremidades superiores con el de la cadera y las extremidades inferiores. En otro estudio¹⁴ se demostró que la fuerza del brazo superior en un lado que en el otro puede provocar una rotación excesiva del tronco, desestabilizándolo. Cuando mejor es la coordinación entre el brazo de palanca de un lado y el otro, más rápida puede ser la carrera. Una buena transferencia de fuerza y una buena alineación de la columna vertebral permite transmitir mejor la fuerza del tren superior al inferior, mejorando la eficiencia de la carrera y su velocidad¹⁵. Por todos estos factores, se necesita una participación coordinada de todo el cuerpo para realizar la carrera. El movimiento de los brazos es esencial para poder correr bien porque equilibran el movimiento de las piernas, la rotación de la cadera y el tronco y así ayudan a dar los pasos más amplios. El tronco además ejerce una importante función estabilizadora en la carrera que hace de transición entre las piernas y los brazos. Rotaciones excesivas y oscilaciones del tronco frenarían al atleta¹⁶.

Al saber que la amputación de una extremidad superior influye en la longitud, la frecuencia y el número de las zancadas, las preguntas que nos formulamos son las siguientes: ¿La disminución de estos parámetros se debe a una alteración

biomecánica de la carrera, causada por un menor brazo de palanca en el lado amputado? Si fuera así ¿podemos influir en esta biomecánica tratando los centros de rotación L3 y T12?

2. OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es demostrar el aumento de la longitud de la zancada, frecuencia de la zancada y la disminución de pasos en la carrera, en atletas amputados de extremidad superior mediante la aplicación de un tratamiento osteopático estructural, focalizado en los segmentos L3 y T12.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra ha estado formada por 8 atletas con amputación del miembro superior, de ambos sexos, incluyendo las categorías A6 (amputación por encima del codo) y A8 (amputación por debajo del codo). Han participado 6 atletas de la categoría A8 y 2 de la categoría A6. Entre los 8 atletas se encontraron 6 chicos y 2 chicas. Los atletas tenían una edad media de entre 29 años.

3.1.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión han sido los siguientes: atletas con amputación de extremidad superior (ya sea por encima o por debajo del codo), federados en atletismo paralímpico (ya sea en la federación catalana o española). Se han incluido únicamente atletas mayores de edad, indiferentemente del sexo y la categoría deportiva.

3.1.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión eran todos aquellos que no integrarían al atleta dentro de la categoría paralímpica de T46. Además se han excluido a todos aquellos atletas que presentaron contraindicaciones para el tratamiento manual y/o el ajuste vertebral.

Durante el estudio, se han excluido también todos aquellos que han sufrido lesión

3.2 ALEATORIZACIÓN Y OCULTACIÓN DE LA ASIGNACIÓN

La muestra (n=8) se dividió aleatoriamente en dos grupos de 4: un grupo experimental y otro grupo de control. Se realizó una aleatorización central mediante sobres sellados numerados. 4 sobres indicaron intervención y 4 control. Se introdujeron una secuencia de números del 1 al 8 en el ordenador y este nos lo ordenó aleatoriamente. La secuencia obtenida se utilizó de forma consecutiva para la asignación de la intervención a cada sujeto. El terapeuta, cada vez que tuvo al paciente delante llamó a la persona responsable de la aleatorización y este le informó de la asignación al grupo experimental o al control una vez abierto el sobre correspondiente. De esta manera los individuos tuvieron la misma probabilidad de ser asignados al grupo experimental o al control.

3.3 ENMASCARAMIENTO

El paciente desconocía si pertenecía al grupo control o al grupo experimental y hubo un cegamiento del evaluador. Con esta estrategia conseguimos un diseño experimental a doble ciego.

3.4 INTERVENCIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL

El protocolo de intervención que se describe a continuación estuvo encaminado a la mejora de la rotación de cinturas^{17,18,19,20}. El tratamiento duró alrededor de quince minutos y incluía lo siguiente:

3.4.1 Masaje (amasamiento)

Realizaremos un amasamiento transversal de la musculatura paravertebral dorsal y lumbar, además de puntos gatillo en iliocostal y cuadrado lumbar^{21,22}.

3.4.2 Tracción lumbar y toracolumbar

Realizaremos dos tracciones en decúbito prono de palanca corta y larga. La tercera tracción será en decúbito lateral.

3.4.3 Movilización

Movilizaremos la columna lumbar²³ y dorsal baja mediante el "rocking" en decúbito prono. A continuación la movilizamos hacia la flexión y el sidebending en decúbito lateral.

3.4.4 Inhibición del diafragma

Realizamos una inhibición tanto de la cúpula, por su influencia en la cavidad abdominal²⁴, como de los pilares del diafragma, por sus inserciones. El pilar medial derecho se inserta en el cuerpo de L1-L4 y el pilar medial izquierdo en el cuerpo de L1-L3²⁰.

3.4.5 Ajustes específicos (thrust)

A nivel T12-L1^{24,25} realizamos un ajuste específico en "lift" con el objetivo de aplicar un impulso axial bilateral de descompresión facetaria. Acto seguido se aplicó una técnica de Side-roll^{26,27,28,29} bilateral para corregir los componentes de rotación. A nivel L3-L4 aplicamos únicamente el Side-Roll bilateral.

3.5 INTERVENCIÓN DEL GRUPO CONTROL

Pese a no tener la certeza absoluta de la inocuidad de la intervención control, consideramos que la influencia sería mínima. Por otro lado, el hecho de realizarla nos permitió poder cegar a los participantes minimizando de esta manera la alteración de los resultados por el efecto placebo. La intervención sobre el grupo control fue la siguiente:

3.5.1 Movilización de los dos pies

Movilización articular completa del tobillo y articulaciones del pie³⁰.

3.5.2 Trabajo articular de las extremidades inferiores

Movilización del tobillo (inversión-eversión, flexión-extensión), la rodilla (flexión-extensión, rotación interna y externa) y la cadera (flexión y rotación interna-externa), con el paciente en decúbito supino.

3.5.3 Estiramiento del piramidal

Estiramiento del piramidal en decúbito supino.

3.5.4 Estiramiento cuádriceps

3.6 MATERIAL

Para la recogida de datos se grabaron desde la parte lateral de la pista de atletismo en la universidad de INEFC en Barcelona (Montjuic). Se utilizaron dos cámaras de alta velocidad Casio FH1 (Japón) sobre trípodes Manfrotto 141RC (Alemania). Una de las cámaras grabó a alta velocidad HS 512x384 píxel a 300 frames por segundo (fps) y la otra, en alta definición HD 1920X1080 píxel a 30 fps. Las filmaciones fueron grabadas, en memorias SD, en archivos MOV con códec de compresión AVC/H.264. El software Kinovea 0.8.21. (Experimental Versión) fue utilizado para la digitalización, procesamiento y análisis de los datos. Microsoft Excel 2007 se utilizó para la construcción de la matriz de datos, y para el trato estadístico.

3.7 METODOLOGÍA

Cada carrera fue grabada con 2 cámaras, A y B. La cámara A, era fija, y grababa los pasos de la carrera de 30 metros en modo alta definición. La cámara B grababa en modo (panning) realizando el seguimiento desde el mismo lado que la cámara A, ésta se encargaba enfocar el tren inferior de los atletas. Para el posterior análisis, el pasillo de carrera de 30 metros fue calibrado mediante la colocación de pequeñas marcas con cinta adhesiva blanca cada 50cm y las referencias propias del espacio de competición. (Figura 1.1 ANEXO 3).

El análisis temporal se ha realizado contando el número de frames y multiplicado por 0,033s que corresponde al tiempo transcurrido entre dos frames consecutivos. Para el tiempo de contacto se suma el tiempo transcurrido entre el frame 1651 corresponde al inicio del contacto del pie en el suelo y el frame 1701 al final del contacto del pie en el suelo multiplicado por 0,033s; para el tiempo de vuelo se suma el tiempo transcurrido entre el frame 1071 que corresponde al inicio de vuelo del paso anterior hasta llegar al frame 1733 que es el tiempo de contacto al suelo (figuras 2,3, 4 y 5 ANEXO 3).

La medición de cada paso se analizó a través del mismo software con el que se puede fijar una matriz y calibrar la cuadrícula según la distancia que obtengas en cada paso. Sabemos que tenemos marcados metro a metro y que el ancho de pista es de 122 cm. En la figura 6 (ANEXO 3) vemos que en el metro 17 obtenemos una medida de 117,53cm.

3.8 VARIABLES DEL RESULTADO

Realizamos un análisis cinemático de los 20 primeros metros que coinciden con la fase de aceleración de la carrera de 100 metros, con el objetivo de valorar las siguientes variables: amplitud media de paso (m), tiempo medio de contacto por cada pierna (s), tiempo medio de vuelo (s), frecuencia de pasos (m) y número de pasos. Para ello grabamos los 20 metros primeros metros de la carrera, fase de aceleración, en el que se aumenta en mayor medida la longitud de zancada y la frecuencia de la misma⁵, dentro de la carrera de 100 metros. Es decir que las variables cuantitativas fueron: tiempo total (μ s), la amplitud media de paso (m), tiempo medio de contacto por pierna (s), tiempo medio de vuelo (s), la frecuencia de la zancada en metros (m/s) y el número total de pasos. En un primer instante se delimitaron los 20 metros de carrera de modo que el atleta vea con claridad hasta dónde sería analizado.

Una vez realizado todo este estudio previo tuvo lugar el tratamiento osteopático estructural descrito anteriormente, que consistió en tres sesiones o bien la intervención de control sobre la extremidad inferior (también tres sesiones). Una vez terminado cada tratamiento, repetimos el estudio cinemático. De esta manera obtuvimos los valores de antes y después de la sesión. Esto nos dio información sobre el efecto inmediato del tratamiento. A continuación esperamos tres semanas y repetimos la carrera. Así evaluamos el efecto a largo plazo. En total efectuamos cuatro grabaciones, la primera como evaluación inicial, la segunda directamente posterior al primer tratamiento, la tercera tres semanas posterior al primer tratamiento, después de la cual se realizó otro tratamiento. La cuarta grabación se volvió a realizar tres semanas posterior al segundo tratamiento.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Aplicamos un T test (T de Student) para la comparación de las medias muestrales, con el Excel 2007. Intervalo de confianza del 95% ($\alpha=0,05$).

Debido a que tenemos una muestra pequeña y las variables son cuantitativas, el resumen de datos se realizó a través de medianas (Md) y percentiles (O_x , Q_1 , Q_3).

3.10 ANÁLISIS DE SUBGRUPOS

En caso de que los resultados lo permitan estaba previsto un análisis de subgrupos teniendo en cuenta el género y el tipo de amputación.

Se realizó un análisis de los siguientes subgrupos para el análisis de la longitud de zancada: Amputación de brazo derecho y amputación de brazo izquierdo, con fin de identificar si ha mejorado del lado contrario a la amputación o no. Pero, debido a que la muestra fue tan pequeña, este análisis no resultó significativo. Por otro lado, prescindimos de analizar los subgrupos según el tipo de amputación, debido a que únicamente dos atletas analizados en este estudio padecían amputación por encima del codo, incluida en la categoría T46, A6 mientras que los otros seis atletas están incluidos en la categoría T46, A8.

3.11 CONSENTIMIENTO INFORMADO Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los atletas firmaron el consentimiento informado²¹ previamente a las pruebas y el tratamiento y seguimos los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (ANEXO2).

4. RESULTADOS

Se dividieron en dos grupos y en 4 etapas, las cuatro grabaciones de la carrera. La primera previa al tratamiento y las demás posteriores a los tratamientos. El grupo control estaba compuesto por cuatro atletas, dos de amputación en el lado derecho y dos en el lado izquierdo. El grupo experimental también estaba compuesto por cuatro atletas, dos de cada lado de amputación. Estos grupos se designaron aleatoriamente.

Las variables cuantitativas analizadas fueron las siguientes: El tiempo total de la carrera (Tabla 1.1), cuyas medianas del tiempo total en el grupo experimental han descendido progresivamente desde la primera carrera (8,95 ms) hasta la cuarta (7,285 ms), sin ser una mejora significativa según los valores T y P del cálculo de T student, en relación al grupo control. En el caso del grupo control oscilaron entre 7,675 ms (primera y tercera carrera) y 7,123 ms (cuarta carrera). En cuanto a la longitud de zancada (Tabla 1.2) no se detectó ningún patrón de mejora en ninguno de los dos grupos. En el grupo experimental las medianas oscilan entre 169,025 cm y 171,2 cm y en el grupo control entre 165,11 y 172,205. En caso de las longitudes de zancada analizadas diferenciando la pierna izquierda de la derecha (Tabla 1.3) y viceversa tampoco se obtuvieron valores significativos. En el grupo experimental la mediana osciló entre 166,97 cm y 171,86 cm. En el grupo control la mediana oscila entre 164,8 cm y 172,21 cm. La frecuencia de zancada (Tabla 1.4) sí cambió significativamente en el grupo experimental, pasando sus medianas de 0,5184 a 0,4416 m/s. En el grupo control la mediana de la frecuencia de zancada (1.5) osciló entre 0,41295 (cuarta carrera) y 0,43845 m/s (segunda carrera). El tiempo de contacto (Tabla 1.6) también cambió significativamente en el grupo experimental. Sus medianas disminuyen progresivamente desde 0,14 s hasta 0,131 s. En el grupo control oscilaron entre 0,134 s y 0,1515 s. El tiempo de vuelo (Tabla 1.7) también cambió significativamente en el grupo experimental. Sus valores fueron disminuyendo desde 0,138 s hasta 0,1355 s. En el grupo control osciló entre 0,1345 s y 0,1405 s. En cuanto al número de pasos totales (Tabla 1.8) no se han obtenido valores significativos. En caso del grupo experimental oscilaron entre 16 y 17 y en caso del grupo control entre 16 y 18.

Tablas ANEXO 4.

5. DISCUSIÓN

Después de recopilar y comparar todos los resultados del grupo experimental y del grupo control, vemos que hay algunos resultados que según el valor P de la prueba T-student fueron estadísticamente significativos: disminución de la frecuencia de zancada y disminución del tiempo de contacto. Lo ideal para aumentar la velocidad de la carrera es aumentar la frecuencia de zancada y la longitud de zancada a la vez que disminuyendo el tiempo de contacto. En este caso, en el grupo experimental si se registró una disminución del tiempo de contacto pero también una disminución de la frecuencia de zancada, cosa que sería contraproducente a la hora de buscar un aumento de velocidad.

Un valor interesante fue la diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda. No hubo una diferencia estadísticamente significativa, pero si una tendencia a igualar la longitud entre ambas piernas (Gráficos 1.9, 1.10, 1.11 y 1.12 en ANEXO 3). En la evolución de estos dos meses en el caso del grupo experimental se vio un descenso progresivo de la diferencia entre ambas piernas, mientras que en el caso del grupo control este valor osciló e incluso los tres valores posteriores a la evaluación inicial, fueron peores que la primera.

En este estudio hay algunos aspectos que con fin de que sea significativo, se deberían mejorar. Así pues, la muestra fue muy pequeña, por lo que únicamente se nos marcó una tendencia de algo que si que podría llegar a ser significativo en caso de que se hubiera evaluado un grupo mayor e incluso se pudieran analizar subgrupos según los tipos de amputación.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que estos atletas realizaron la primera prueba en verano, fuera de temporada y finalizaron después de la pretemporada, por lo que pudieron haber alteraciones de los parámetros causados por el entrenamiento.

Para posteriores estudios se deberá homogeneizar este entrenamiento y se debería ampliar la muestra.

6. CONCLUSIÓN

Se puede concluir que a través de el tratamiento osteopático de T12 y L3 para mejorar la rotación de cinturas mejora significativamente el tiempo de contacto y el tiempo de vuelo, pero empeora la frecuencia de zancada en atletas amputados de extremidad superior, sin variar significativamente el tiempo total de la carrera. Los datos permiten pensar que con una muestra mayor y con más tratamientos se podría mejorar el tiempo total de la carrera, gracias a un aumento significativo del tiempo de vuelo y un menor tiempo de contacto proporcional.

Existe también una tendencia a la disminución de la diferencia entre la longitud de zancada de cada pierna en el grupo experimental, pero sin ser significativo en la muestra de este estudio. Sería interesante considerar un estudio con una muestra más grande y verificar esta tendencia.

7. BIBLIOGRAFIA

- (1) Padullés J.M., Torralba Jordán M.A , Olson H.. Análisis de la carrera de velocidad en atletas con discapacidad física. Beijing 2008. EFdeportes, 2010 n°147 .
- (2) Dr. Torralba Jordan M. A. World Congress on Science in Athletics. Temática entrenamiento. Entrenamiento de atletas paralímpicos. Modelos inclusivos. Barcelona 2010
- (3) Hegedüs J., Estudio de las capacidades físicas: la velocidad, Buenos Aires. Abril 1997, EFdeportes n°4
- (4) GROSSER,M., Entrenamiento de la velocidad: fundamentos, métodos y programas, Deportes Técnicas, Barcelona, 1992
- (5) Gutiérrez, D. y Sira, O. (1986). Educación Física. 1 y 2 Nociones fundamentales de Educación Básica. Venezuela: Editorial Larense, C.A
- (6) Bowerman W., Freeman W., High performance training for track and field Leisure Press, Champaign IL, 1991.
- (7) Florín Martín P., Ferro Sánchez A. Análisis del rendimiento en competición entre corredores de 100 metros lisos de diferente nivel. RICYDE n° 26 2011.
- (8) Kapandji A.I. Fisiología articular. Tomo 3. 6ª edición. Madrid: Médica Panamericana (2008).
- (9) Parsons J., Marcer N. Osteopatía. Modelos de diagnóstico, tratamiento y práctica. El Sevier.
- (10) Teyssandier M.J., La charnela funcional mediodorsal, GBMOIM, Niza 1996
- (11) Schache AG, Bennell KL, Blanch PD, Wringley TV, The coordinated movement of lumbo-pelvic-hip complex during running: a literatura review. ELSEVIER, Melbourne 1999
- (12) Morgan T. Biomechanics & Theories of Human Gait. Boston Sports Medicine Performance Group 2012
- (13) Pontzer H., Holloway H., Raichlen D.A., Lieberman D.E., Control and function of arm swing in human walking and running, Biologistics 2009
- (14) Ivanic C., Running technique, Core Running
- (15) Molano Higuero F.J, La técnica de carrera XV: La influencia de los brazos en la carrera, 2007
- (16) Molano Higuero F.J, La técnica de carrera (XV): La importancia del tronco en la carrera, Fuerza y control, 2008
- (17) Mayer-Fally Erich: Klinische Osteopathie, Scriptfassung für Studenten der WSOund dem Master-Kurs an der Universität Krems, Jänner 2007
- (18) Mayer-Fally Erich: Klinische Osteopathie, Scriptfassung für Studenten der WSOund dem Master-Kurs an der Universität Krems, Jänner 2007

- (19) Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, 257. Auflage, Walter de Gruyter Verlag, Berlin, 1994
- (20) Liem T., Dobler T.K.: Leitfaden Osteopathie, Parietale Techniken, Urban und Fischer Verlag, München, 2002
- (21) Circolone N.J., Eck J.C.: The use of spinal manipulation in treatment of low back pain: a review of goals, patient selection, techniques and risks, Journal of Orthopaedic Science, 2000
- (22) Browning A, Flaherty D., Worthen J., Savilonis B., Spinal Rotation Turing Running, Analysisi of correlation between spinal rotation and impact forces, Worcester Polytechnique Institute (2011).
- (23) Ingram N.: The manipulation of a lumbar spine prolapsed intervertebral disc risk or relief, European School of Osteopathy, s.a
- (24) Misliwetz J., Ellinger A.: Recht für Ärzte und Medizinstudenten, Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien, 1992
- (25) Sass H.M.: Medizin und Ethik (Reclam), Wieland W.: Strukturtypen ärztlichen Handelns, Philipp Reclam jun. GmbH & Co, Stuttgart, 1989
- (26) Iglesias J.C., Gil J.M. El tratamiento manual de los tejidos blandos desde el enfoque actual de la Osteopatía, COT, MRH, MOM. Barcelona, GBMOIM
- (27) Croibier A.: Diagnostik in der Osteopathie, übersetzt von Gudrun Meddeb, Urban und Fischer Verlag, München, 2006
- (28) Hartman L.S.: The Handbook of Osteopathic Techniques 3e, Nelson Thornes Ltd, 1996
- (29) Gibbons P., Tehan P.: Manipulation von Wirbelsäule, Thorax und Becken, Elsevier GmbH Deutschland, Urban und Fischer, 2004
- (30) Koss R.W.: Quality assurance monitoring of osteopathic manipulative treatment, The Journal of the American Osteopathic Association (JAOA), Vol. 90, No 5, 1990
- (31) Circolone N.J., Eck J.C.: The use of spinal manipulation in treatment of low back pain: a review of goals, patient selection, techniques and risks, Journal of Orthopaedic Science, 2000

ANEXOS

9. ANEXOS

9.1 ANEXO1

Consentimiento informado

Escuela de Osteopatía de Barcelona
Universitat Pompeu Fabra

Consentimiento informado para la participación en el proyecto de investigación “Influencia del tratamiento osteopático en la biomecánica de carrera de 100 metros en pacientes amputados de extremidad superior”.

A. INFORMACIÓN BÁSICA DEL CENTRO

La Escuela de Osteopatía de Barcelona está en colaboración con la Universidad Pompeu Fabra y la European School of Osteopathy de Maidstone. Entre tercer y cuarto curso se realiza la tesina en la cual se investiga en un ensayo clínico, en este caso sobre el tratamiento osteopático en pacientes amputados para la mejora de la biomecánica de la carrera de 100 metros.

B. INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN

La prueba a la que me someto es una evaluación biomecánica y un tratamiento manual en el proyecto de investigación **“Influencia del tratamiento osteopático en la biomecánica de la carrera de 100 metros en pacientes amputados de extremidad superior”**.

El citado proyecto tiene como objetivo:

Demostrar que el tratamiento osteopático tiene una influencia sobre la biomecánica de la carrera: longitud de la zancada, frecuencia de la zancada y número de pasos.

1.-En referencia al tratamiento manual realizado por la investigadora:

El tratamiento manual consiste en una movilizaciones, amasamientos y/o ajustes específicos.

2.-En referencia a las pruebas de campo :

Se realizará un video de los 30 metros de maxima velocidad de la carrera de 100 metros antes de cada session de tratamiento manual. Después del tratamiento se repetirá la grabación, a través de las cuales posteriormente analizaremos

- a) Longitud zancada
- b) Frecuencia zancada
- c) Tiempo de contacto de cada pierna
- d) Tiempo medio de vuelo
- a) Número de pasos
- b) Biomecánica del braceo

Beneficios del tratamiento:

- a) Relajación de la musculatura
- b) Mejora en la movilidad articular
- c) Posible mejora en la biomecánica de la carrera

Posibles efectos secundarios del tratamiento:

- a) Dolor localizado o incomodidad
- b) Dolor de cabeza
- c) Cansancio
- d) Nauseas
- e) Hiperemia en la piel
- f) Parestesia
- g) Mareos

Los criterios de exclusión son los siguientes:

- a) Enfermedad reumática
- b) Ingestas prolongadas de cortisona y/o hemodiluyentes
- c) Protusiones discales
- d) Espondilolistesis
- e) Osteoporosis
- f) Enfermedad degenerativa
- g) Problemas vasculares
- h) Problemas mentales
- i) Lesiones agudas del tejido blando
- j) Cirugías recientes
- k) Vértigo
- l) Enfermedad de sistemas (gastrointestinal, cardiovascular, genitourinal, nervioso, respiratorio)
- m) Embarazo

En caso de que reúna una o más características de las citadas, indíquela, porque quedará excluido de la investigación.

C. Declaración de consentimiento

....., de años de edad, con domicilio en
..... Y DNI:

DECLARO

Que Carolina Schornberg, quien desempeña la función de investigadora para el proyecto, me ha informado de forma comprensible y en un lugar privado y adecuado, acerca de los aspectos fundamentales relacionados con la investigación. Ha aclarado mis dudas y me ha dado tiempo suficiente para reflexionar sobre la información recibida. Por ello, otorgo libremente el presente consentimiento, del cual se me facilita una copia, sabiendo que lo puedo retirar en cualquier momento.

En Barcelona a De..... de
Fdo:

9.2 ANEXO 2: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial

9.3 Figuras de la metodología del análisis

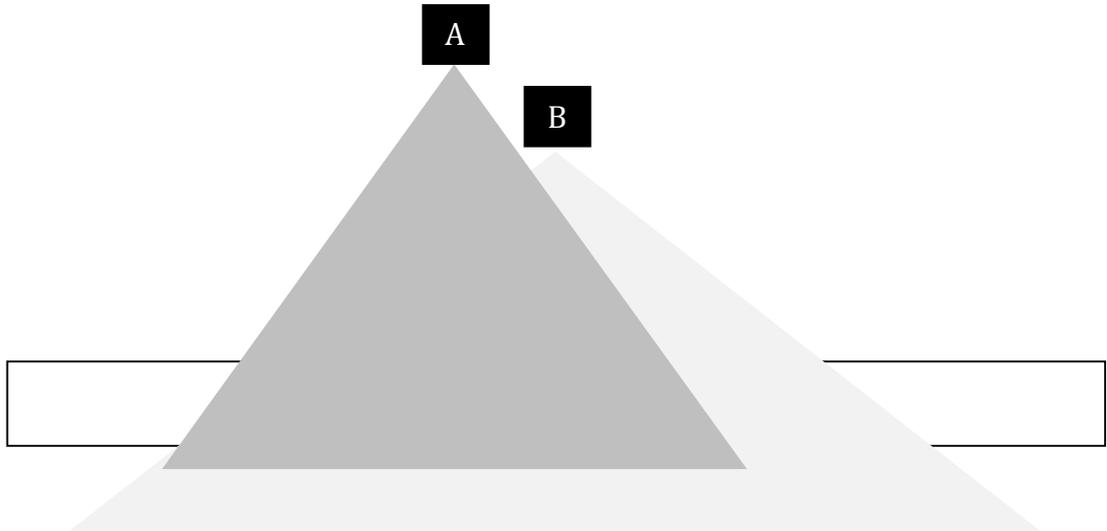


Figura 1.1 . Posicionamiento y rango de captura de las cámaras.

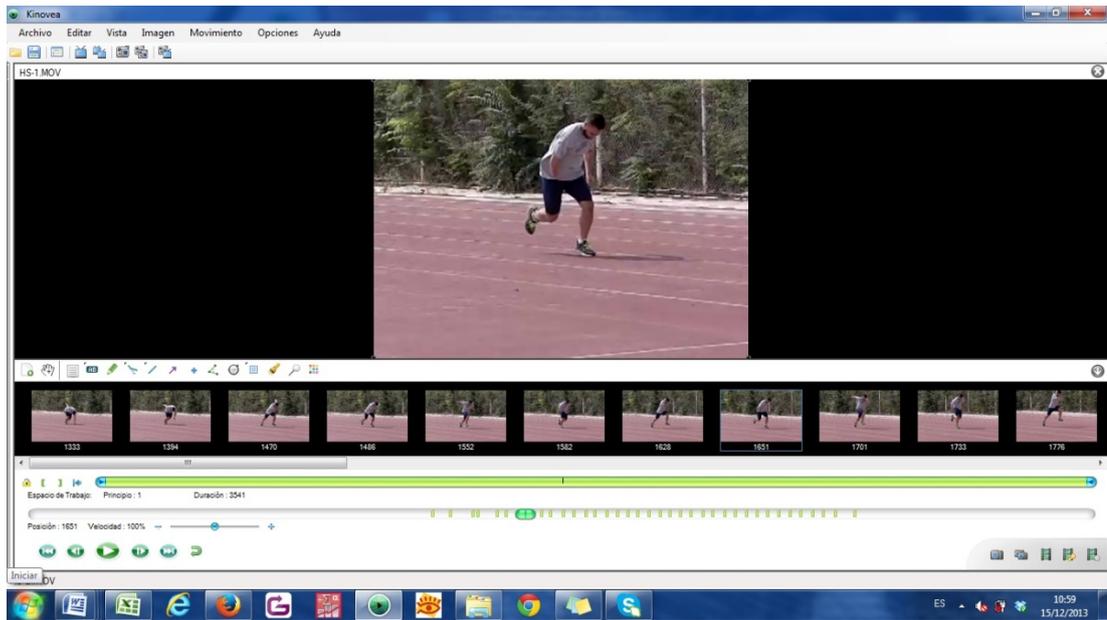


Figura 1.2: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de contacto.

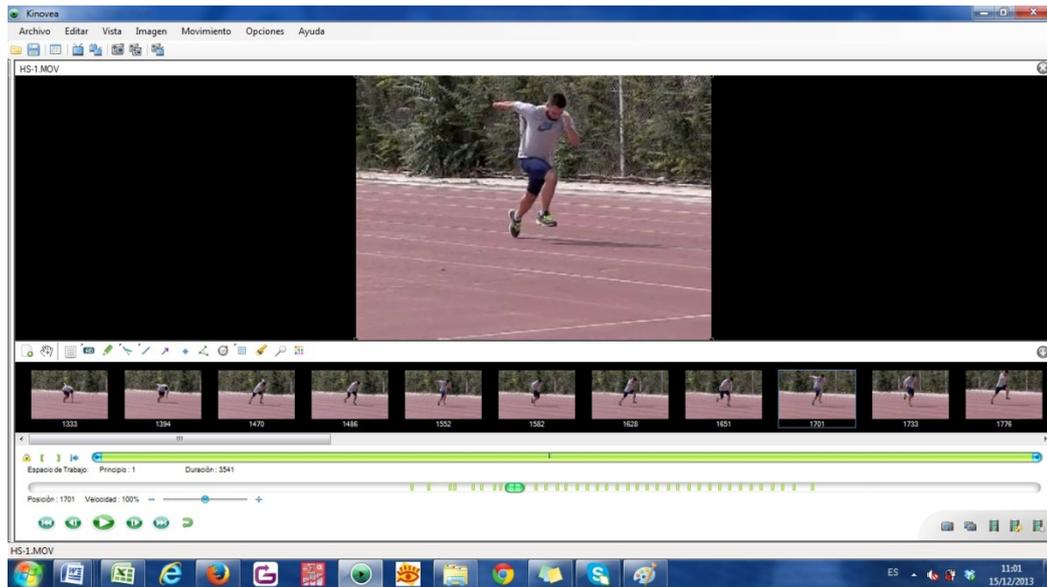


Figura 1.3: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de vuelo. Y también medida del tiempo de vuelo en s.

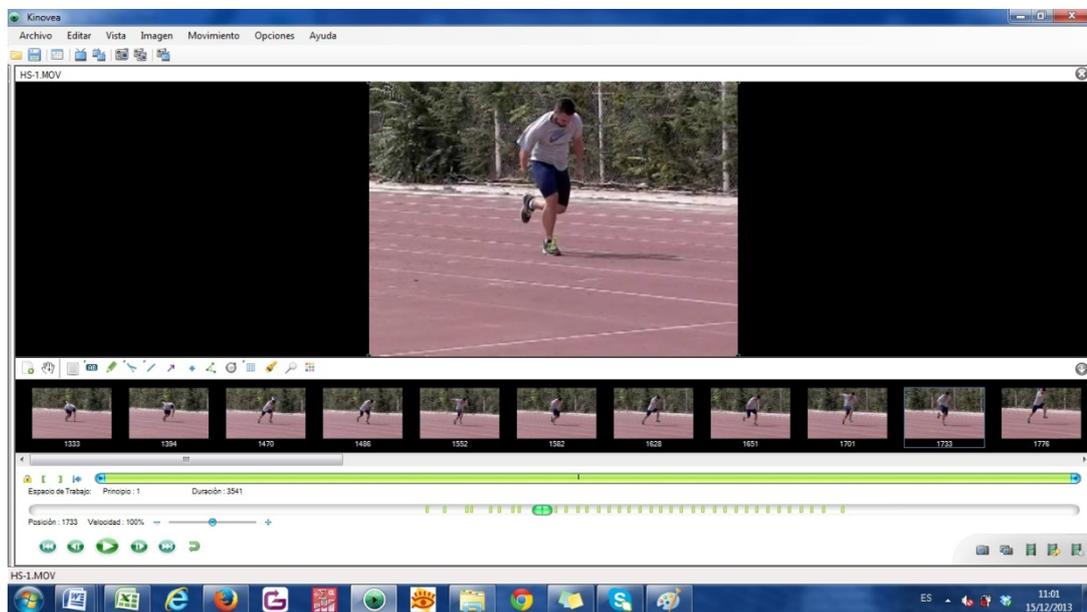


Figura 1.4: Cálculo del tiempo de contacto en el inicio de vuelo. Y también medida del tiempo de vuelo en el inicio de vuelo.

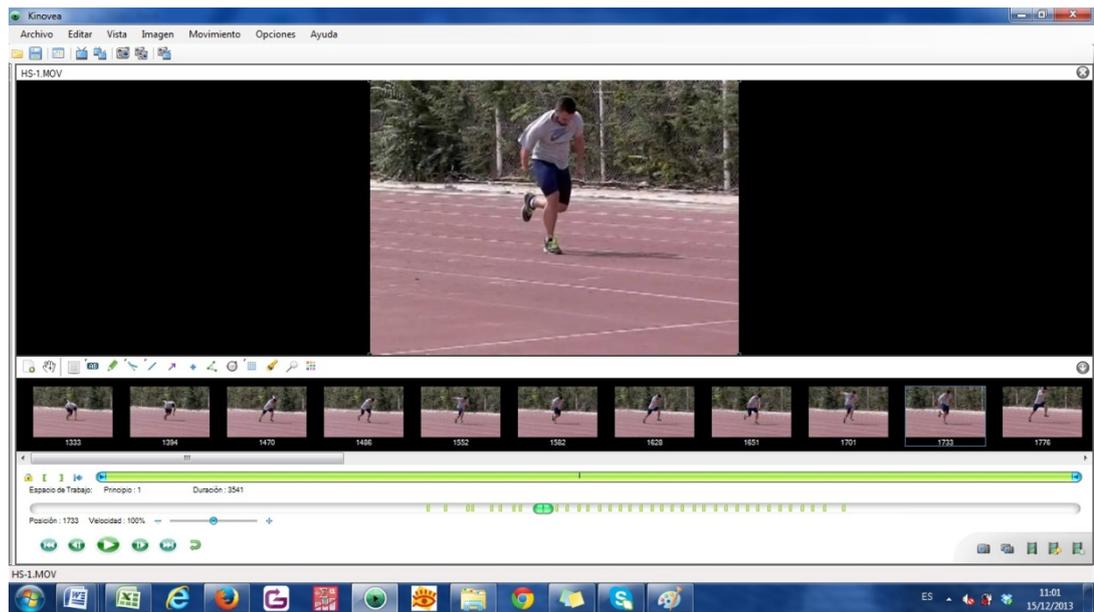


Figura 1.5: Cálculo del tiempo de vuelo en el inicio de contacto

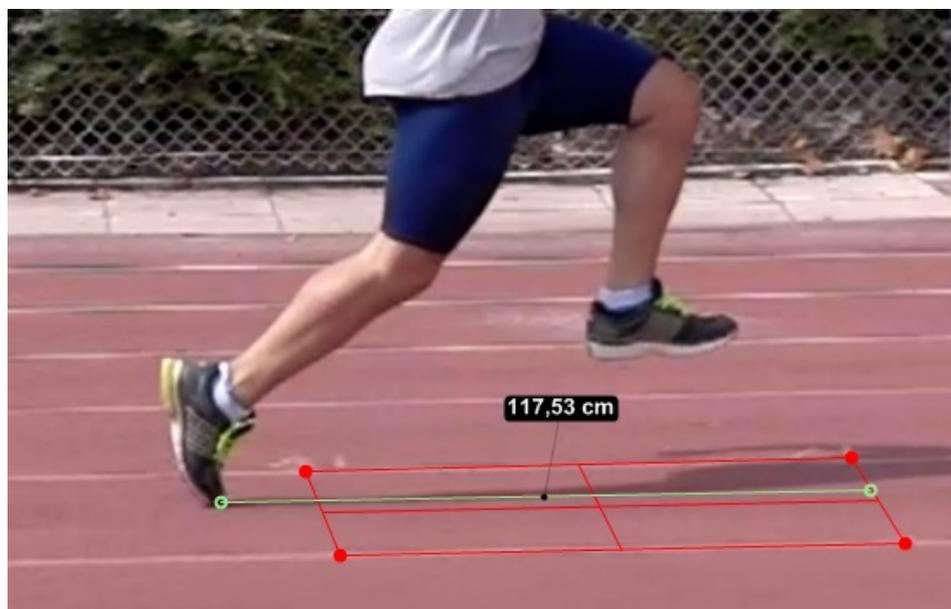


Figura 1.6: Medida de la distancia en el metro 17.

9.4 Resumen de Tablas y Gráficos

Tiempo total				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	8,96	7,68	0,686505309	0,08720107
P₂₅	7,31	7,83		
P₇₅	9,75	7,33		
Mediana	8,09	7,23		
P₂₅	7,135	7,12		
P₇₅	9,2	7,9		
Mediana	7,93	7,68		
P₂₅	7,56	7,5		
P₇₅	8,04	7,94		
Mediana	7,29	7,17		
P₂₅	6,9	7		
P₇₅	7,58	7,49		

Tabla 1.1 Tiempo total: Resumen de datos del tiempo total con valor P y T del cálculo de T-student

Longitud de zancada				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	169,03	172,21	3,189267484	0,731304003
P₂₅	167,28	169,87		
P₇₅	170,77	174,92		
Mediana	169,12	165,11		
P₂₅	166,88	162,24		
P₇₅	171,63	170,22		
Mediana	170,39	171,44		
P₂₅	168,02	168,05		
P₇₅	173,01	174,75		
Mediana	171,2	167,95		
P₂₅	167,52	164,3		
P₇₅	174,35	172,48		

Tabla 1.2 Longitud de zancada: Resumen de datos del longitud de zancada con valor P y T del cálculo de T-student

Longitud de zancada pierna I				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	167,61	172,21	100,7650819	0,304273022
P₁₂₅	165,85	171,01		
P₁₇₅	168,79	173,31		
Mediana	166,97	169,99		
P₁₂₅	163,27	168,84		
P₁₇₅	171,12	172,12		
Mediana	169,05	170,11		
P₁₂₅	168,61	167,61		
P₁₇₅	169,9	673,75		
Mediana	170,78	170,97		
P₁₂₅	168,09	167,53		
P₁₇₅	173,17	174,96		

Tabla 1.3 Resumen de datos del longitud de zancada de la pierna izquierda con valor P y T del cálculo de T-student

Longitud de zancada pierna D				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	168,55	172,2	5,909084578	0,120481176
P₁₂₅	162,43	162,63		
P₁₇₅	175,16	178,15		
Mediana	170,32	164,1		
P₁₂₅	163,3	159,35		
P₁₇₅	177,26	169,8		
Mediana	171,86	165,36		
P₁₂₅	167,72	158,93		
P₁₇₅	175,88	172,86		
Mediana	171,45	164,8		
P₁₂₅	166,93	157,8		
P₁₇₅	175,35	174,05		

Tabla 1.4 Longitud de zancada pierna derecha: Resumen de datos del longitud de zancada de la pierna derecha con valor P y T del cálculo de T-student

Frecuencia de zancada				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	0,5184	0,4206	0,039682864	0,008653964
P₂₂₅	0,4622	0,4122		
P₂₇₅	0,5573	0,4578		
Mediana	0,4891	0,4385		
P₂₂₅	0,4622	0,4243		
P₂₇₅	0,5573	0,4712		
Mediana	0,4665	0,4586		
P₂₂₅	0,4447	0,4409		
P₂₇₅	0,4726	0,4742		
Mediana	0,4416	0,413		
P₂₂₅	0,4203	0,412		
P₂₇₅	0,4511	0,4214		

Tabla 1.5 Frecuencia de zancada: Resumen de datos de frecuencia de zancada con valor P y T del cálculo de T-student

Tiempo de contacto				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	0,14	0,152	0,016455116	0,135128914
P₂₂₅	0,135	0,14		
P₂₇₅	0,153	0,164		
Mediana	0,134	0,136		
P₂₂₅	0,13	0,13		
P₂₇₅	0,136	0,14		
Mediana	0,133	0,135		
P₂₂₅	0,129	0,132		
P₂₇₅	0,134	0,135		
Mediana	0,131	0,134		
P₂₂₅	0,128	0,133		
P₂₇₅	0,132	0,208		

Tabla 1.6 Tiempo de contacto: Resumen de datos de tiempo de contacto con valor P y T del cálculo de T-student

Tiempo de vuelo				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	0,138	0,141	0,00623707	0,686573268
P₃₂₅	0,13	0,138		
P₃₇₅	0,152	0,156		
Mediana	0,137	0,135		
P₃₂₅	0,133	0,133		
P₃₇₅	0,151	0,137		
Mediana	0,136	0,139		
P₃₂₅	0,132	0,136		
P₃₇₅	0,139	0,14		
Mediana	0,136	0,138		
P₃₂₅	0,131	0,135		
P₃₇₅	0,139	0,139		

Tabla 1.7 Tiempo de vuelo: Resumen de datos de tiempo de vuelo con valor P y T del cálculo de T-student

Nº de pasos				
	Experimental	Control	Valor P	T student
Mediana	17	17	0,142826138	0,16660638
P₃₂₅	17	17		
P₃₇₅	17,25	17,25		
Mediana	17	17		
P₃₂₅	16,75	16,75		
P₃₇₅	17	17,25		
Mediana	17	17		
P₃₂₅	17	17		
P₃₇₅	17	17,25		
Mediana	17	17		
P₃₂₅	16,75	17		
P₃₇₅	17	17,25		

Tabla 1.8 Número total de pasos: Resumen de datos de número de pasos con valor P y T del cálculo de T-student

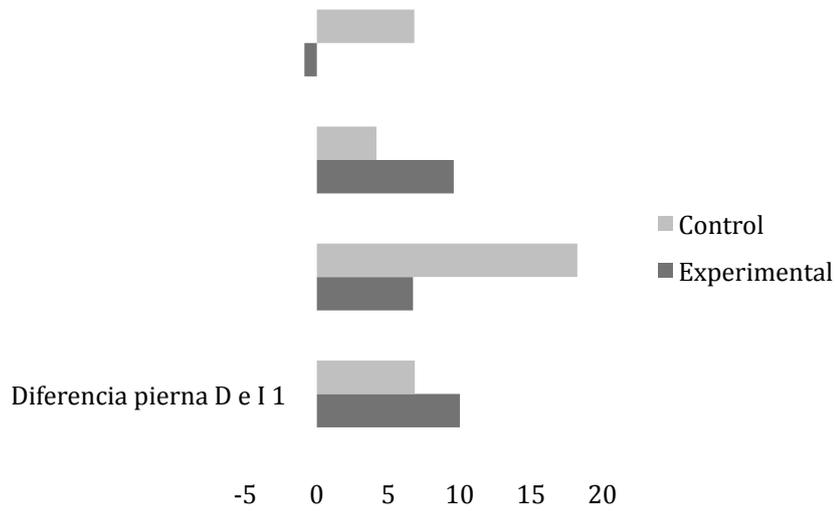


Gráfico 1.9 Diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda 1. Muestra la diferencia entre la pierna derecha y la izquierda en la primera carrera. Se ve que en ambos casos, tanto el grupo experimental como el grupo control tienen una diferencia entre cada pierna de entre 0,8 y 18 centímetros. La mediana del grupo experimental es 3,8 y del grupo control -1,34. Así pues, el grupo control parte de una diferencia menor entre piernas que el grupo experimental.

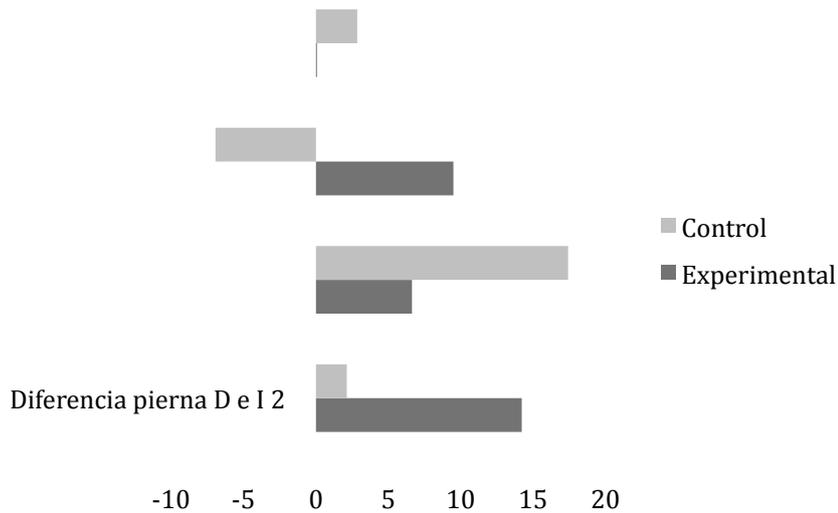


Gráfico 1.10 Diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda 2. Diferencia de longitud de zancada de la pierna derecha y la izquierda, después de la primera intervención, es decir el resultado a corto plazo. En este caso, no vemos prácticamente cambios en caso del grupo experimental, en el que la mediana es de 3,2805 respecto a 3,8 de la anterior carrera, pero sí en caso del grupo control, en el

que ha empeorado siendo ahora la mediana -4,535 respecto al -1,34 de la primera carrera.

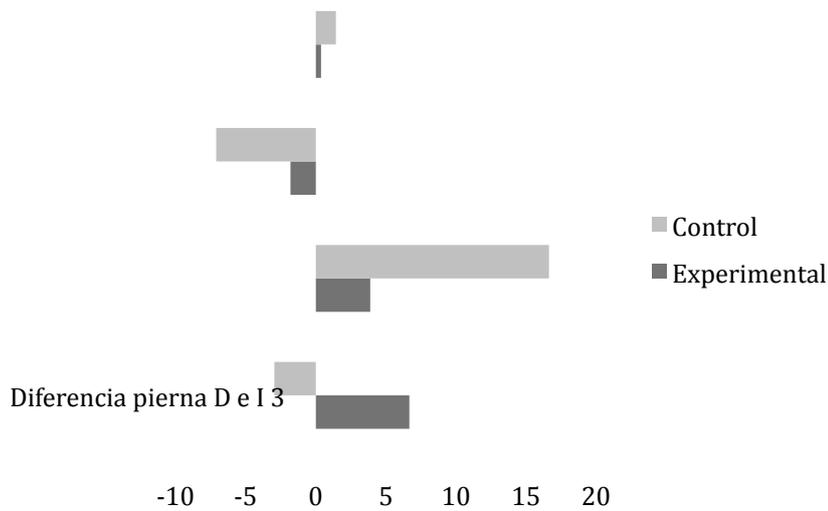


Gráfico 1.11 Diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda 3. Muestra la diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda en la tercera carrera, después de un mes, valorando el resultado a medio plazo. En este caso se ve una clara diferencia entre el grupo experimental y el grupo control, pues el grupo control sigue teniendo bastante diferencia entre ambas piernas, siendo la mediana de -2,84, un valor entre la primera carrera y la segunda, mientras que en el caso del grupo experimental se ve que ha disminuido bastante esta diferencia en relación a las últimas dos carrera, siendo la mediana 2,125 en la tercera carrera.

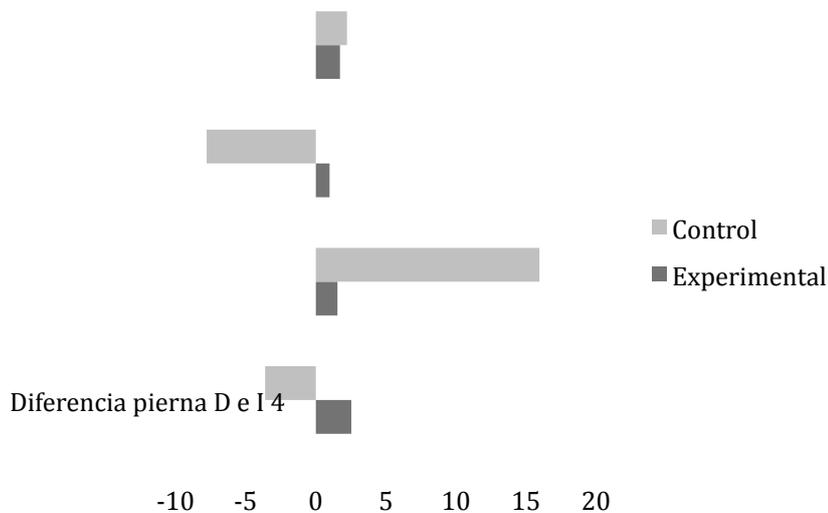


Gráfico 1.12 Diferencia de longitud de zancada entre la pierna derecha y la izquierda 4. Este gráfico muestra los resultados de la diferencia entre la longitud de zancada

entre una pierna y la otra en la cuarta carrera, un mes después de la última intervención y dos meses después de la primera. En este caso vemos que los resultados obtenidos en la tercera carrera se acentúan en esta. Así pues, la mediana del grupo control es de 2,92, muy parecido a la tercera carrera, valor entre medio de la primera y la segunda, mientras que la mediana del grupo experimental ha descendido a un 0,28 teniendo como punto de partida una mediana de 3,8.

'El tutor **GERARD ALVAREZ BUSTINS DO Msc** da su aprobación a la redacción de la tesina con título:

ENSAYO PILOTO SOBRE LA INFLUENCIA DEL
TRATAMIENTO OSTEOPÁTICO EN LA
BIOMECÁNICA DE LA CARRERA DE 100
METROS EN PACIENTES AMPUTADOS DE
EXTREMIDAD SUPERIOR.

realizado por el autor/a

Carolina Schornberg

Fecha 4 de Enero de 2014

Firma

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the end.

CERTIFICAT D'AUTORIA I DRETS DEL PROJECTE

“Certifico que aquest és el meu Projecte de Recerca, i que no ha estat presentat prèviament a cap institució educativa. Reconec que els drets que se'n desprenen pertanyen a la Fundació Escola d'Osteopatia de Barcelona”

Títol: Ensayo piloto sobre la influencia del tratamiento osteopático en la biomecánica _____
de la carrera de 100 metros en pacientes amputados de extremidad superior. _____

Total de paraules: 6944 _____.

Nom: Carolina Schornberg _____

Correu electrònic: carolina.schornberg@gmail.com _____

Telèfon de contacte: 628632556 _____

Data i Signatura: 08/01/2014

