



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Efectos baropodométricos de las técnicas
osteopáticas de thrust y energía muscular en
corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por
un ilíaco en posterioridad: Ensayo clínico controlado
aleatorizado

Autor:

D. Urko José García Peñalver

Directores:

Dra. Dña. Linda Haiwon Chung

Dra. Dña. María Victoria Palop Montoro

Murcia, julio de 2021



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Efectos baropodométricos de las técnicas
osteopáticas de thrust y energía muscular en
corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por
un ilíaco en posterioridad: Ensayo clínico controlado
aleatorizado

Autor:

D. Urko José García Peñalver

Directores:

Dra. Dña. Linda Haiwon Chung

Dra. Dña. María Victoria Palop Montoro

Murcia, julio de 2021



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN

La Dra. Dña. Linda Haiwon Chung y la Dra. Dña. María Victoria Palop Montoro como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Efectos baropodométricos de las técnicas osteopáticas de thrust y energía muscular en corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por un iliaco en posterioridad: ensayo clínico controlado aleatorizado” realizada por D. Urko José García Peñalver en el Programa de Doctorado Ciencias del Deporte, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 Y 778/98, en Murcia a 7 de julio de 2021

LINDA
HAIWON|
CHUNG

Firmado digitalmente por LINDA
HAIWON|CHUNG
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=LINDA HAIWON|CHUNG,
serialNumber=T1463302X,
givenName=LINDA HAIWON|,
sn=CHUNG, ou=CIUDADANOS,
o=ACCV, c=ES
Fecha: 2021.07.09 12:32:00 +02'00'

PALOP
MONTORO
MARIA VICTORIA
- 26022366M

Firmado digitalmente por PALOP
MONTORO MARIA VICTORIA -
26022366M
Fecha: 2021.07.09 16:30:32 +02'00'

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar este apartado mostrando mi más profundo agradecimiento a mis directoras de tesis la Dra. D^a Linda H. Chung y Dra. D^a María Victoria Palop Montoro. No tengo la menor duda de que sin su gran capacidad profesional y docente no habría conseguido finalizar este proyecto. A lo largo de todo este proceso he tenido la suerte de conocerlas tanto a nivel académico como personal, mostrándome que aparte de ser unas grandísimas profesionales son unas grandísimas personas. Igualmente, me gustaría decir que ha sido un placer trabajar a su lado, así como que espero poder continuar trabajando, aprendiendo y disfrutando con ellas, aunque haya terminado esta increíble etapa.

Asimismo, quiero agradecer a la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) la oportunidad que me ha dado de investigar y desarrollar mi tesis doctoral. Gracias por facilitarme los medios y las herramientas para llevar a cabo este proyecto tan importante.

Igualmente, no me quiero olvidar de mi familia que tanto me ha sufrido y me ha apoyado en todo momento. Gracias a mi padre José y a mi madre María Luisa, así como a mi hermano Adrián que siempre han estado ahí, me han acompañado desde que tengo recuerdo y que les debo todo aquello que he conseguido como es esta tesis doctoral. Ellos siempre han estado ahí y me han ayudado a seguir adelante. Espero que sigan estando ahí toda la vida como lo han estado desde que nací.

Me gustaría dedicar unas palabras de agradecimiento al Dr. D. Andrés López del Amo Lorente por todo el esfuerzo y el trabajo desinteresado que ha realizado. Un trabajo codo con codo en las mediciones, las interpretaciones de los resultados, las charlas con los atletas... Le agradezco toda su dedicación y sus clases magistrales de biomecánica del pie, entre otros detallazos no menos importantes. Gracias Andrés maestro de la podología.

Asimismo, mostrar mi agradecimiento al Dr. D. Jacobo por su tiempo, sus aclaraciones y compartir con nosotros sus conocimientos en estadística aplicada a la investigación. Puesto que su ayuda nos ha permitido encontrar muchos claros en

el oscuro bosque que puede llegar a ser la estadística. Gracias Jacobo, maestro de la estadística.

Me encantaría agradecer al grandísimo investigador y mejor amigo D. David Manzano Sánchez su excelente colaboración, su apoyo incondicional y su impecable trabajo en la metodología estadística. Siempre atento y resolutivo cuando he necesitado su ayuda. Gracias amigo mío.

Quiero agradecerle a María su apoyo en los momentos más duros. Gracias por su paciencia, su cariño, sus consejos y sobre todo por estar ahí.

Por último, no me quiero olvidar de mis amigos (Guillermo, Arturo, José González, Cauto, Byron, Fran, Antonio, Carlos y Miguel,) que me han soportado durante todo el proceso de la tesis, ellos forman parte de mi familia, siempre han estado conmigo y confío en que sigan ahí el resto de mi vida.

"Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo"

Albert Einstein (1879-1955).

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | 17 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 19 |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | 23 |
| RESUMEN | 25 |
| ABSTRACT | 27 |
| GLOSARIO | 29 |
| CONCEPTO DE FISIOTERAPIA | 29 |
| CONCEPTO DE OSTEOPATÍA..... | 29 |
| CONCEPTO DE LESIÓN OSTEOPÁTICA | 30 |
| CONCEPTO DE ATLETISMO | 31 |
| CONCEPTO DE POSTURA..... | 31 |
| CONCEPTO DE ESTABILIDAD..... | 31 |
| CONCEPTO DE EQUILIBRIO | 32 |
| I - INTRODUCCIÓN..... | 33 |
| 1.1. LA OSTEOPATÍA EN EL DEPORTE | 36 |
| 1.2. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE THRUST Y ENERGÍA MUSCULAR PARA LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA..... | 39 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| II – REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 43 |
| 2.1. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA..... | 45 |
| 2.1.1. Sistema óseo de la columna..... | 45 |

| | |
|--|----|
| 2.1.2. Sistema óseo de la pelvis | 46 |
| 2.1.3. Sistema articular de la articulación sacroilíaca..... | 52 |
| 2.1.4. La sínfisis del pubis..... | 54 |
| 2.1.5. La articulación coxofemoral | 55 |
| 2.1.6. Musculatura involucrada en la articulación sacroilíaca..... | 56 |
| 2.2. BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA | 60 |
| 2.2.1. Biomecánica del sacro respecto a los ilíacos..... | 61 |
| 2.2.2. Biomecánica de los ilíacos respecto al sacro..... | 61 |
| 2.3. FISIOPATOLOGÍA DEL MIEMBRO INFERIOR EN ATLETAS..... | 62 |
| 2.3.1. Relaciones entre una deficiencia biomecánica en el pie y las lesiones frecuentes en el corredor..... | 63 |
| 2.3.2. Fisiopatología en la región de la pelvis y de la cadera..... | 65 |
| 2.3.3. Fisiopatología en la región del fémur y la rodilla..... | 66 |
| 2.3.4. Fisiopatología en la región de la pierna y del tobillo..... | 68 |
| 2.3.5. Fisiopatología en la región del pie..... | 69 |
| 2.3.6. Fisiopatología osteopática: cadenas lesionales osteopáticas..... | 70 |
| 2.4. SINTOMATOLOGÍA DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA | 72 |
| 2.5. DIAGNÓSTICO DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA | 74 |
| 2.5.1. Test de Gillet..... | 75 |
| 2.5.2. Test de flexión anterior en bipedestación | 75 |
| 2.5.3. Test de flexión anterior en sedestación..... | 76 |
| 2.5.4. Test de Downing | 76 |
| 2.5.5. Test de las espinas ilíacas anterosuperiores..... | 77 |
| 2.6. TRATAMIENTO OSTEOPÁTICO DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA | 78 |
| 2.6.1. Técnicas osteopáticas..... | 78 |
| 2.6.2. Tratamiento de la disfunción sacroilíaca..... | 81 |
| 2.7. LA POSTURA, LA ESTABILIDAD Y EL EQUILIBRIO DEL CUERPO HUMANO..... | 82 |

| | |
|--|------------|
| 2.7.1. La postura..... | 83 |
| 2.7.2. El control postural..... | 84 |
| 2.7.3. La estabilidad y el equilibrio..... | 85 |
| 2.7.4. Factores que influyen en el control postural..... | 87 |
| 2.7.5. Factores que influyen en la estabilidad..... | 90 |
| 2.8. EVALUACIÓN BAROPODOMÉTRICA..... | 91 |
| 2.9. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LOS PARÁMETROS BAROPODOMÉTRICOS CON TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA Y OSTEOPATÍA PARA LA DISFUNCIÓN DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA..... | 94 |
| III – OBJETIVOS E HIPÓTESIS..... | 97 |
| 3.1. OBJETIVOS..... | 99 |
| 3.2. HIPÓTESIS..... | 99 |
| IV – METODOLOGÍA..... | 101 |
| 4.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS..... | 103 |
| 4.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO..... | 104 |
| 4.2.1. Tamaño de la muestra..... | 104 |
| 4.2.2. Criterios de inclusión..... | 104 |
| 4.2.3. Criterios de exclusión..... | 105 |
| 4.2.4. Aleatorización..... | 105 |
| 4.2.5. Grupos de estudio..... | 105 |
| 4.3. VARIABLES DE ESTUDIO..... | 106 |
| 4.4. MATERIAL EMPLEADO EN EL ESTUDIO..... | 107 |
| 4.5. PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN..... | 107 |
| 4.5.1. Descripción de los test utilizados..... | 108 |
| 4.5.2. Descripción de las intervenciones realizadas..... | 110 |
| 4.6. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN..... | 112 |
| 4.7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 112 |
| V – RESULTADOS..... | 115 |

| | |
|--|-----|
| 5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA | 117 |
| 5.1.1. Análisis de las variables sociodemográficas de la muestra | 118 |
| 5.1.2. Análisis de los grupos de intervención | 122 |
| 5.2. ANÁLISIS DE LAS INTERVENCIONES POR GRUPOS DE INTERVENCIÓN | 126 |
| 5.2.1. Análisis de los grupos de intervención con la prueba estadística MANOVA | 126 |
| 5.2.2. Análisis de los grupos de intervención con la prueba estadística Kruskal-Wallis | 135 |
| 5.2.3. Análisis de las variables de intervención de forma gráfica comparando por grupos de intervención | 137 |
| 5.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DISTINTAS VARIABLES | 149 |
| 5.3.1. Análisis multivariante (MANOVA) de los grupos de intervención en todas sus mediciones | 149 |
| 5.3.2 Análisis de los grupos de intervención siguiendo la H de Kruskal-Wallis | 150 |
| 5.4. ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN | 151 |
| 5.4.1. Análisis multivariante (MANOVA) de medidas repetidas en los grupos de intervención | 151 |
| 5.4.2. Análisis de los grupos siguiendo la H de Kruskal-Wallis | 153 |
| 5.4.3. Análisis de los grupos mediante el tamaño del efecto usando la D de Cohen | 154 |
| 5.5. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN PLANTAR, EL ÁREA DEL CENTRO DE PRESIONES Y LA OSCILACIÓN CON VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS | 156 |
| 5.5.1. Análisis de la correlación entre las variables sociodemográficas con la prueba de Pearson | 156 |
| 5.5.2. Análisis de los resultados entre las variables sociodemográficas con la prueba Tau B de Kendall | 159 |

| | |
|--|-----|
| 5.5.3. Análisis de los resultados en relación a la variable uso de plantillas | 160 |
| 5.5.4. Análisis de los resultados en relación a la variable huella plantar .. | 164 |
| VI – DISCUSIÓN | 171 |
| 6.1. HERRAMIENTA DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS CON LA PLATAFORMA BAROPODOMÉTRICA | 174 |
| 6.2. EFFECTOS DE LAS TÉCNICAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN PLANTAR | 175 |
| 6.2.1. Distribución de la presión plantar antes de la intervención comparando ambos pies | 175 |
| 6.2.2. Distribución de la presión plantar después de la intervención comparando ambos pies | 175 |
| 6.2.3. Distribución de la presión plantar analizando el antepié y el retropié | 176 |
| 6.3. EFICACIA DE LAS TÉCNICAS EN LA ESTABILIDAD POSTURAL EVALUADA CON LA VARIABLE ÁREA DEL CENTRO DE PRESIONES | 178 |
| 6.4. EFICACIA DE LAS TÉCNICAS EN LA ESTABILIDAD POSTURAL EVALUADA CON LA VARIABLE OSCILACIÓN | 179 |
| 6.5. RELACIÓN ENTRE EL DOLOR LUMBAR Y LA OSCILACIÓN | 180 |
| 6.6. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS BAROPODOMÉTRICOS Y LAS VARIABLES PESO Y EDAD | 182 |
| 6.7. INFLUENCIA DEL USO DE PLANTILLAS EN DISTINTAS VARIABLES BAROPODOMÉTRICAS | 182 |
| 6.8. INFLUENCIA DE LA HUELLA PLANTAR EN EL ANTEPIÉ | 183 |
| VII – LIMITACIONES | 185 |
| VIII – FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN | 189 |
| IX – CONCLUSIONES | 193 |
| X– IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA | 197 |
| XI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 201 |

| | |
|---|------------|
| XII – ANEXOS..... | 217 |
| 12.1. ANEXO I: CONSENTIMIENTO INFORMADO..... | 219 |
| 12.2. ANEXO II: DOCUMENTO INFORMATIVO A LOS PARTICIPANTES . | 221 |
| 12.3. ANEXO III: FICHA PROFORMA DE RECOGIDA DE DATOS..... | 225 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Anatomía de la región sacroilíaca y pélvica.
- Figura 2.** Anatomía de la cara anterior del sacro.
- Figura 3.** Anatomía de la cara posterior del sacro.
- Figura 4.** Anatomía de la cara lateral del sacro.
- Figura 5.** Anatomía de la cara superior del sacro.
- Figura 6.** Anatomía de las caras externa e interna del ilíaco.
- Figura 7.** Anatomía de la cara anterior de la pelvis. Visión de los ligamentos sacroilíacos y de la sínfisis del pubis.
- Figura 8.** Anatomía de la cara posterior de la pelvis, de los ligamentos sacroilíacos, los ligamentos sacrociáticos y los ligamentos iliolumbares.
- Figura 9.** Anatomía de la región de la sínfisis del pubis.
- Figura 10.** Control postural de la cabeza a través de la coordinación intersegmentaria.
- Figura 11.** Imagen del resultado obtenido por la plataforma de presiones en el estudio estático de la pisada de un sujeto del estudio.
- Figura 12.** Imagen del resultado obtenido por la plataforma de presiones en el estudio dinámico de la pisada de un sujeto del estudio.
- Figura 13.** Diagrama de flujo del proceso de selección de la muestra.
- Figura 14.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del antepié izquierdo.
- Figura 15.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del retropié izquierdo.
- Figura 16.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del antepié derecho.
- Figura 17.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del retropié derecho.
- Figura 18.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del pie izquierdo.
- Figura 19.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del pie derecho.
- Figura 20.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del antepié.
- Figura 21.** Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del retropié.

Figura 22. Resultados de la variable de los grupos de intervención: oscilación mediolateral.

Figura 23. Resultados de la variable de los grupos de intervención: oscilación anteroposterior.

Figura 24. Resultados de la variable de los grupos de intervención: área del centro de presiones.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Musculatura abdominal y lumbar que relacionan la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza.

Tabla 2. Musculatura pélvica y del miembro inferior que relaciona la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza.

Tabla 3. Cronograma de las distintas etapas del estudio científico.

Tabla 4. Variables descriptivas de la muestra: edad, peso y altura.

Tabla 5. Variables descriptivas de la muestra: sexo y deporte.

Tabla 6. Variables descriptivas de la muestra: uso de plantillas y hábito de realización de estiramientos.

Tabla 7. Variables descriptivas de la muestra: pierna dominante y tipo de huella plantar.

Tabla 8. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: edad, peso y altura.

Tabla 9. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: sexo y deporte.

Tabla 10. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: uso de plantillas y realización de estiramientos.

Tabla 11. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: pierna dominante y tipo de huella plantar.

Tabla 12. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión izquierda del antepié.

Tabla 13. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión izquierda del retropié.

Tabla 14. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión derecha del antepié.

Tabla 15. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión derecha del retropié.

Tabla 16. Análisis de los grupos con MANOVA en la Presión total del pie izquierdo.

Tabla 17. Análisis de los grupos con MANOVA en la Presión total del pie derecho.

Tabla 18. Análisis de los grupos de intervención con MANOVA en la presión anterior total.

Tabla 19. Análisis de los grupos de intervención con MANOVA en la presión posterior total.

Tabla 20. Análisis de los grupos de intervención con la prueba Kruskal-Wallis para la variable área del centro de presiones.

Tabla 21. Análisis de los grupos de intervención con la prueba Kruskal-Wallis para la variable oscilación anteroposterior.

Tabla 22. Análisis de los grupos de intervención con la prueba Kruskal-Wallis para la variable oscilación mediolateral.

Tabla 23. Análisis MANOVA para los grupos en las diferentes mediciones.

Tabla 24. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los grupos en las diferentes mediciones.

Tabla 25. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en las diferentes mediciones.

Tabla 26. Análisis MANOVA para los distintos grupos en las diferentes mediciones con análisis de medidas repetidas.

Tabla 27. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en las diferentes mediciones con análisis de medidas repetidas.

Tabla 28. Análisis del tamaño del efecto en los distintos grupos y variables, en la comparación de resultados entre la primera y la segunda medida; la primera y la quinta; y la primera y la sexta medida.

Tabla 29. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la primera medición.

Tabla 30. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la segunda medición.

Tabla 31. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la quinta medición.

Tabla 32. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la sexta medición.

Tabla 33. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en las distintas mediciones.

Tabla 34. Valores obtenidos para el total de la muestra en la variable uso de plantillas en las distintas mediciones.

Tabla 35. Valores obtenidos para el grupo control en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 36. Valores obtenidos para el grupo thrust en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 37. Valores obtenidos para el grupo de energía muscular en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 38. Valores obtenidos para el total de la muestra en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 39. Valores obtenidos para el grupo control en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 40. Valores obtenidos para el grupo thrust en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta medición.

Tabla 41. Valores obtenidos para el grupo energía muscular en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta medición.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado.

Anexo 2. Documento informativo a los participantes.

Anexo 3. Ficha proforma de recogida de datos.

RESUMEN

Introducción: La articulación sacroilíaca tiende a sufrir disfunciones debido al alto estrés biomecánico por su función, posición y ubicación. Estas disfunciones pueden aparecer en los corredores de fondo debido a las exigencias físicas de su práctica deportiva. Por ello, en esta investigación se busca evaluar cómo afecta el tratamiento de la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior a los corredores de fondo dependientes en gran medida de sus capacidades físicas y de una correcta biomecánica. **Objetivos:** Examinar los efectos de las técnicas osteopáticas de thrust y de energía muscular, para la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, en la distribución de la presión plantar y en la estabilidad de corredores de fondo. Asimismo correlacionar las variables sociodemográficas con las variables baropodométricas. **Material y métodos:** Se realizó un ensayo clínico controlado aleatorizado con 94 atletas divididos en tres grupos: un grupo al que se le aplicó la técnica de thrust, otro grupo que se trató con la técnica de energía muscular y otro grupo control que recibió un tratamiento placebo. Se realizaron tres intervenciones durante cuatro semanas, en las que los datos baropodométricos fueron medidos pre- y post-tratamiento. **Resultados:** Los resultados aportan datos estadísticamente significativos para la técnica thrust en la variable presión plantar del antepié ($p=0,01$) y en la variable área del centro de presiones ($p=0,04$) tras la primera intervención. Se obtuvo un valor significativo también para la técnica de energía muscular tras las tres intervenciones en la variable oscilación anteroposterior ($p=0,01$) y próxima a la significación en la variable área del centro de presiones ($p=0,06$). **Conclusiones:** La técnica de thrust es más efectiva para mejorar la distribución de la presión plantar y la estabilidad tras una primera intervención. Sin embargo, se muestra más eficaz la técnica de energía muscular en la estabilidad tras tres intervenciones durante cuatro semanas, en corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por ilíaco en posterioridad. Por otra parte, las variables peso y edad no mostraron relación con las variables baropodométricas, mientras que las variables huella plantar, uso de plantillas y dolor lumbar sí que mostraron una relación.

Palabras clave: Disfunción sacroilíaca, energía muscular, thrust, atleta, baropodometría, biomecánica, fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: The sacroiliac joint tends to suffer dysfunctions due to high biomechanical stress because of its function, position and location. These dysfunctions can affect long-distance runners due to the physical demands of their sports practice. Therefore, this research aims to evaluate how the treatment of posterior sacroiliac dysfunction affects long-distance runners, who are highly dependent on their physical abilities and correct biomechanics. **Objectives:** Examining the effects of osteopathic thrust as well as muscle energy techniques in the treatment of posterior sacroiliac dysfunction in long-distance runners, as far as plantar pressure distribution and stability. Another objective aims at correlating sociodemographic variables with baropodometric variables. **Material and methods:** A randomized controlled clinical trial was carried out with 94 athletes divided into three groups: one group was treated with the thrust technique, another group underwent the muscle energy technique and a control group received a placebo treatment. Three interventions were performed over the course of four weeks, with baropodometric data being measured pre- and post-treatment. **Results:** The results provide statistically significant data for the thrust technique as to the forefoot plantar pressure variable ($p= 0.01$) and in the area of the center of pressures variable ($p= 0.04$) after the first intervention. A significant value was also obtained for the muscle energy technique after all three interventions in the anteroposterior oscillation variable ($p= 0.01$) and close to significant results were obtained in the area of the center of pressures variable ($p= 0.06$). **Conclusions:** The thrust technique is more effective in improving plantar pressure distribution and stability after a first intervention. However, the muscle energy technique proves most effective as regards stability after three interventions over four weeks, while treating long-distance runners with posterior sacroiliac dysfunction. On the other hand, the variables of weight and age showed no relationship with the baropodometric variables, while the plantar footprint, use of insoles and low back pain variables did show a relationship.

Key words: sacroiliac dysfunction, muscle power, thrust, athlete, baropodometry, biomechanics, physiotherapy.

GLOSARIO

CONCEPTO DE FISIOTERAPIA

La Confederación Mundial de la Fisioterapia World Confederation for Physical Therapy, (WCPT) realizó la siguiente definición de la fisioterapia, suscrita por la Asociación Española de Fisioterapeutas (A.E.F.) en 1987: “La fisioterapia es el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos, curan previenen, recuperan y adaptan a personas afectadas de disfunciones somáticas o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud” (1). Asimismo, el Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas establece, en sus Estatutos Generales, como definición de la fisioterapia “la ciencia y el arte del tratamiento físico; el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos, curan y previenen las enfermedades, promueven la salud, recuperan, habilitan, rehabilitan y readaptan a las personas afectadas de disfunciones psicofísicas o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud” (2). Además, indica que “el objetivo último de la fisioterapia es promover, mantener, restablecer y aumentar el nivel de salud de los ciudadanos a fin de mejorar la calidad de vida de la persona y facilitar su reinserción social plena” (2).

CONCEPTO DE OSTEOPATÍA

La Osteopatía según el Comité Americano de la Terminología Osteopática “es una escuela de medicina basada sobre la teoría de que el cuerpo es un organismo vital en donde la estructura y la función están coordinadas. La enfermedad es una perversión de la una y de la otra, mientras que la terapia es una restauración manipuladora de estas anomalías” (3).

Los cuatro principios en los que se basa la osteopatía son:

1. La estructura gobierna la función. El ser humano es considerado como un todo, compuesto por todas sus estructuras: huesos, músculos, fascias, vísceras, piel, etc. Cuando se afecta una de estas estructuras la armonía de todo el cuerpo humano se ve afectada, generándose por ello una alteración o mal en sus funciones (3).
2. La unidad del cuerpo. El cuerpo tendría la capacidad de recuperar su equilibrio. Sería capaz de crear adaptaciones en sus estructuras con el fin de solventar o minimizar los problemas que pudiera presentar (4).
3. La autocuración. Se considera que el cuerpo tiene los medios necesarios para solventar las enfermedades. Por ello hay que facilitar en todo lo posible que el cuerpo no presente obstáculos para poder desarrollar esta autocuración. Para que esta se consiga, se especifica que no haya obstáculos en los sistemas nervioso, vascular o linfático (5).
4. La ley de la arteria. Este principio se basa en la teoría de que la sangre contiene todos los elementos necesarios para luchar contra las enfermedades o disfunciones presentes en el cuerpo humano (6).

CONCEPTO DE LESIÓN OSTEOPÁTICA

La lesión osteopática o disfunción somática se caracteriza por ser una restricción de movilidad que influye en uno o en varios parámetros fisiológicos de movimiento siendo, en la mayoría de ocasiones, dolorosa (7). La principal repercusión de las disfunciones somáticas a nivel articular es la restricción de la movilidad local, que a su vez influirá en la movilidad global de la articulación. Esta pérdida de movilidad será compensada por los espacios supra y subyacentes,

siendo estos hipersolicitados, provocando a su vez un proceso generador de artrosis (7). Según la osteopatía, la pérdida de movilidad consecuencia de una disfunción produce una hipermovilidad compensadora con hipotonía muscular, que ocasiona generará inflamación y sintomatología dolorosa (8).

CONCEPTO DE ATLETISMO

Se define el atletismo como la destreza de vencer a los contrincantes en rapidez, resistencia, distancia o altitud. Con el paso del tiempo las pruebas que componen esta disciplina deportiva se han ido enriqueciendo y especializándose, y su práctica puede realizarse de forma individual o en grupo (9).

CONCEPTO DE POSTURA

La postura es la base fundamental del equilibrio y la estabilidad, puesto que una postura inadecuada puede origina un problema en ambos sistemas. El término postura se denomina a la posición que adopta el ser humano en bipedestación o en sedestación, existiendo diversos autores que la definen según unos determinados parámetros (10).

CONCEPTO DE ESTABILIDAD

La estabilidad se define como la capacidad que tiene el cuerpo humano de mantener el centro de gravedad sin salir de su base de sustentación. Cuando el ser humano se encuentra de pie mantiene una oscilación de forma mantenida para poder establecer el control postural (11-14).

CONCEPTO DE EQUILIBRIO

El equilibrio es aquel estado en el que las distintas fuerzas que influyen en el cuerpo se sitúan en un momento cero y de forma estable entre ellas. Gracias al control de estas fuerzas que inciden sobre el cuerpo humano se consigue mantener una postura (15,16).

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

La palabra atletismo proviene del término griego “atletes”, cuyo significado se podría traducir como “aquel sujeto que va a competir en una disciplina”. Este término griego se encuentra enlazado con “aethos” que es sinónimo de la palabra “empeño”. Como la señalamos dicha disciplina se encuentra entre las más practicadas a nivel mundial. Su teórica “sencillez” y la facilidad de recursos para poder realizar este ejercicio son los que han permitido este triunfo (17).

Asimismo, la práctica del atletismo ha cobrado una afición y notoriedad vertiginosa en los últimos años. Actualmente se observa un incremento en el número de deportistas que realizan atletismo, no solo deportistas profesionales o federados, sino también de forma amateur. Destacando por encima de todas las disciplinas del atletismo se encuentra el corredor o atleta de fondo, que es el que realiza entre 5000 metros y 42 kilómetros (la distancia de la maratón). La fiebre por el “running” o por el atletismo puede ser debida a los cambios de hábitos de cierta parte de la población, buscando mejorar su condición de salud o simplemente por encontrarse mejor físicamente. Además, está asociado al impacto de las nuevas tecnologías, las redes sociales, así como a la publicidad, que han originado una transformación social en este sentido (18). Anteriormente se vinculaba el “salir a correr” a solitarios deportistas o simplemente como un complemento aeróbico a la rutina deportiva. Pero actualmente se considera una actividad social relacionada con la concepción del cuerpo, el bienestar y el tiempo libre (19,20). No solo supone un abandono del sedentarismo, sino que también los corredores se preocupan cada vez más por su nutrición y su descanso, que son garantía de salud (21).

Se podría decir que, gracias a este fenómeno social y global, una gran proporción de la población se está encaminando hacia una “vida sana”. Esto puede ayudar a descender el colapso en el sistema sanitario, puesto que la primera causa de muerte se encuentra relacionada con la patología cardiovascular. Se debe tener presente que este nuevo hábito por parte de tanta población tiene sus limitaciones, ya que una persona sedentaria no

puede realizar una carrera de larga distancia sin una preparación previa. Debido a la falta de preparación de algunos de estos deportistas, o a la propia práctica deportiva, se producen numerosas lesiones que requieren de tratamiento por parte de profesionales sanitarios como son los fisioterapeutas y los osteópatas (21).

De la misma forma, gracias a la experiencia de miles de deportistas que se han visto beneficiados por las técnicas de osteopatía, se ha producido una recomendación general en el ámbito deportivo para que soliciten y acudan a los servicios ofrecidos por los osteópatas y fisioterapeutas, siendo esta una muestra de los beneficios que la osteopatía puede aportar al mundo deportivo (5).

1.1. LA OSTEOPATÍA EN EL DEPORTE

Los atletas requieren constantemente mejores y más precisos tratamientos para una rápida recuperación. Estos buscan terapias combinadas con el fin de enriquecer sus tratamientos y mejorar su lesión. El uso de la terapia manual o la manipulación articular para el tratamiento de las lesiones se remonta a miles de años. Se considera que el propio Hipócrates era conocido por el uso de la manipulación manual con los atletas griegos alrededor del año 400 a. C. (3).

Con el paso de los años la osteopatía es una disciplina que cada vez se encuentra más presente en el arsenal terapéutico de los fisioterapeutas. Es por ello que, de la mano de la fisioterapia, esta terapia se ha ido introduciendo progresivamente en el tratamiento de deportistas de distinto ámbito, tanto de nivel profesional como de nivel amateur (8).

La osteopatía y la fisioterapia son dos disciplinas íntimamente relacionadas que buscan a través de la terapia manual la mejora de la calidad de vida del paciente y curar las patologías que este pueda presentar. El arsenal terapéutico de ambas disciplinas se encuentra compuesto por tratamientos de terapia manual en las cuales el terapeuta aplica sus técnicas a través del uso exclusivo de sus manos sin utilizar ningún tipo de instrumento. Asimismo, la osteopatía se entiende como un método terapéutico que sigue el principio del poder curativo del propio cuerpo, que se produce tras la aplicación de las técnicas terapéuticas oportunas, según

las distintas disfunciones que puedan aparecer en el cuerpo humano. De la misma forma, la fisioterapia busca a través de la terapia manual resolver aquellas patologías o problemas musculoesqueléticos que presente un paciente (2).

Actualmente la osteopatía por sí misma es una de las disciplinas cada vez más demandadas para su inclusión en los equipos de medicina deportiva, en equipos locales e internacionales. La osteopatía no solo se incorpora más y más en el tratamiento del deportista, sino que además se está introduciendo en las labores de prevención de lesiones, buscando el enfoque osteopático con el que se valora de forma global u holística todo el organismo (5).

La osteopatía unida al campo deportivo se dirige hacia un continuo crecimiento, puesto que el atleta siempre se encuentra en la búsqueda del rendimiento óptimo. Esto permite también a los terapeutas mejorar sus técnicas, puesto que un rendimiento óptimo del deportista se asocia con un sistema musculoesquelético eficiente, lo que puede beneficiar al resto de pacientes fuera del ámbito deportivo (3).

Por la propia necesidad fisiológica los atletas se encuentran especialmente sujetos a una demanda biomecánica, de fuerza y de flexibilidad, para poder desarrollar su deporte. Es por ello que la osteopatía, a través de sus beneficios, fortaleciendo la homeostasis del cuerpo y los mecanismos de recuperación, puede conseguir un aumento de la resistencia física mejorando a su vez la recuperación óptima tras un gran esfuerzo físico (4).

A nivel científico se observa un incremento en los ensayos clínicos y revisiones basados en los tratamientos osteopáticos; nuevos estudios en los que se avala su eficacia en el tratamiento de lesiones. Sin embargo, existe aún la necesidad de realizar más investigación tanto en el ámbito deportivo como extradeportivo (5).

Dentro de la evidencia de la osteopatía en el deporte se aprecia un mayor número de artículos que tratan el dolor en la región lumbar, en los que se demuestra la eficacia de las técnicas osteopáticas; en concreto de la manipulación. Asimismo, existen artículos que también han comprobado que es eficaz en el tratamiento de patologías como la epicondilitis,

disfunciones en la articulación sacroilíaca o en el síndrome de la cintilla iliotibial (7).

Uno de los beneficios de que los osteópatas se encuentren involucrados en el mundo del deporte es poder colaborar con otros profesionales, no solo como una oportunidad de aprendizaje, sino que además permite enriquecer sus tratamientos trabajando de forma conjunta de manera multidisciplinar con podólogos, médicos, enfermeros, preparadores físicos y otros profesionales (2).

En la actualidad se valora cada vez más la osteopatía en el ámbito deportivo, siendo este un gran complemento para la fisioterapia. Es por ello por lo que se ha producido un incremento de la demanda de cursos, seminarios, congresos y otros eventos formativos (7).

Asimismo, cada vez más población realiza atletismo, de forma que existe una mayor tendencia a la aparición de lesiones o disfunciones. Por esta razón, se considera interesante conocer los beneficios que pueden obtener los deportistas al someterse al tratamiento osteopático para disfunciones asociadas a la práctica deportiva (20).

La articulación sacroilíaca tiene un papel determinante en el desarrollo de la biomecánica articular de la región lumbopélvica. Se trata de una articulación sujeta a distintas fuerzas originadas por la columna lumbar, el hueso sacro y por los dos huesos ilíacos. Una disfunción en la misma puede generar un desequilibrio en la movilidad de los miembros inferiores, interfiriendo esto en el modo en que el individuo desarrolla la marcha o la carrera. Se estima que el 20% de las lumbalgias que aparecen se encuentran originadas en la disfunción sacroilíaca (21).

Dicha disfunción se puede producir cuando las distintas fuerzas involucradas en la articulación llevan al hueso sacro a alcanzar su límite de movilidad y colocarse entre los huesos ilíacos de tal forma que uno de estos se mueve de forma anormal quedando bloqueado y siendo incapaz de volver a su posición natural. De la misma forma, un problema de movilidad originado en el hueso sacro se puede producir por una disfunción en el hueso ilíaco y viceversa, ocasionando la incapacidad de disociar el movimiento de uno respecto al otro. Esta situación a largo plazo puede causar dolores articulares en la región pélvica y/o lumbar y a su vez provocar una alteración en la biomecánica de la carrera de los atletas.

1.2. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE THRUST Y ENERGÍA MUSCULAR PARA LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA

La investigación se ha realizado con corredores de fondo, puesto que se puede considerar como uno de los tipos de atletas que más depende de sus capacidades físicas y biomecánicas.

Autores como Barbosa et al. (22) realizaron un estudio con pacientes con sintomatología dolorosa a los que se les aplicó un protocolo durante ocho semanas que incluía la manipulación de thrust junto con el ejercicio en el tratamiento del dolor y en la mejora a nivel propioceptivo. Tras la finalización de la intervención los autores concluyeron que la combinación de la técnica de manipulación junto con los ejercicios (extensión de cuádriceps desde los 90° de flexión en sedestación y extensión de cadera en supino), durante 8 semanas, produce una mejora de la sintomatología.

Asimismo, otros autores como Kamali et al. (23) compararon en dos grupos qué intervención es más eficaz en el tratamiento del síndrome de la articulación sacroilíaca. En un grupo se realizó de forma exclusiva la manipulación de thrust, mientras que en el otro grupo se realizó dicha manipulación en la articulación sacroilíaca además de una manipulación lumbar, observándose mejores resultados aplicando ambas técnicas combinadas. En cuanto al estudio realizado por Anderson (24), se concluyó que la técnica de energía muscular puede ser útil para disminuir el dolor y aumentar el rango de movilidad de la articulación sacroilíaca.

Adicionalmente, los autores Grassi et al. (25) realizaron una manipulación de tipo thrust para la articulación sacroilíaca y encontraron resultados significativos en las variaciones de las presiones plantares tras la intervención. En cambio no obtuvieron diferencias significativas en el área del centro de presiones.

Sin embargo, en el trabajo realizado por Freitas (26) se realizó una manipulación de thrust en la articulación sacroilíaca para una disfunción de tipo ilíaco posterior. Valorando los resultados obtenidos a través de baropodometría y estabilometría, se consiguió una disminución de la presión plantar máxima en el pie homolateral a la articulación sacroilíaca manipulada y un aumento de la presión plantar en el pie contralateral, pero

sus resultados no fueron estadísticamente significativos. En cambio, el estudio llevado a cabo por Santos (27), tras realizar una manipulación para una disfunción de tipo ilíaco anterior obtuvo datos estadísticamente significativos que le hicieron concluir que la manipulación sacroilíaca influye en la distribución del peso.

Todos estos estudios anteriormente mencionados realizaron una valoración de los resultados sobre el efecto agudo y no en el efecto tras varias intervenciones en el tiempo.

Los autores Méndez et al. (28) realizaron en su estudio una manipulación bilateral con técnica global para la pelvis en un grupo y en otro grupo una técnica placebo, sin considerar previamente si existía algún tipo de disfunción osteopática o limitación de la movilidad con un test previo. Los datos que obtuvieron fueron estadísticamente significativos para las variables de puntos de presión, carga en el retropié izquierdo, porcentaje de carga total del pie derecho y superficie del antepié derecho.

Respecto a la distribución del peso, Pinto Aguilar et al. (29) dividieron en dos grupos a su muestra, uno con técnica de thrust aplicada según el tipo de manipulación y otro grupo control con técnica placebo. Tras la manipulación para la disfunción se consiguieron variaciones significativas en favor de una redistribución más equilibrada del peso. Asimismo Gómez (30) dividió su muestra del mismo modo, un grupo de intervención con técnica thrust y otro grupo con técnica placebo, apreciando el efecto de las técnicas a corto plazo. Al realizar la manipulación para una disfunción del ilíaco posterior obtuvo variaciones significativas en el apoyo plantar o punto de presión máxima podal, además de generar variaciones en los porcentajes de carga en ambos pies, así como en la superficie de apoyo. También se observó la existencia de correlaciones con la edad y el peso del sujeto que influían en los cambios de presión tras la aplicación de la manipulación.

Por otro lado, existen estudios que han evaluado el resultado obtenido con la técnica de energía muscular frente a una técnica manipulativa o de fisioterapia convencional. En el estudio realizado por Mathew et al. (31), se comparó la técnica de energía muscular frente a la movilización de fisioterapia en la articulación sacroilíaca. Tras la intervención los autores concluyeron que la técnica de energía muscular es más efectiva para el tratamiento que las aplicadas de forma convencional

por la fisioterapia; pero no incluyeron dentro de estas técnicas una manipulación articular como puede ser la de tipo thrust. A diferencia del anterior estudio, en el ensayo clínico realizado por Patel et al. (32) se comparó la efectividad de la técnica de thrust frente a la técnica de energía muscular en sujetos con sintomatología dolorosa a nivel lumbar divididos en dos grupos: un grupo con técnica tipo thrust y otro grupo con técnica de energía muscular. Se llegó a la conclusión de que la técnica de thrust resulta más efectiva para disminuir el dolor en la zona lumbar frente a la técnica de energía muscular (22-32).

Según la bibliografía revisada, existen estudios que han comprobado cómo se altera el centro de gravedad y que valoraron cómo se modificaba el apoyo podal tras la manipulación tipo thrust en la articulación sacroilíaca (33-35). Respecto a la distribución de cargas y cambios en la línea de gravedad, se encontraron estudios que los relacionaban con diversos trastornos en la columna vertebral (36,37). Estos estudios se han realizado valorando los cambios que se producen tras la intervención también en el efecto agudo.

En los estudios anteriormente mencionados (22-37), se puede observar que se ha investigado sobre el efecto de las técnicas de thrust y de energía muscular, pero no de forma que se comparasen entre ellas y un placebo. Tampoco se han comparado estas técnicas en un grupo poblacional de corredores de fondo. Igualmente no se examinaron los efectos de estas técnicas tras aplicarlas en varias intervenciones durante varias semanas.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El principal interés científico de este estudio es determinar a través de las mediciones e intervenciones realizadas cómo afecta la disfunción de la articulación sacroilíaca, por un ilíaco en posterioridad, en la distribución de la presión plantar y en la estabilidad en una muestra de atletas de fondo. Como ya señalamos, estos deportistas dependen en gran medida de sus capacidades físicas y de una correcta biomecánica. Se han seleccionado las técnicas de energía muscular y de thrust al ser dos técnicas muy habituales en la práctica clínica para resolver este tipo de disfunciones. Aunque previamente se han realizado estudios que interpretan la influencia de la

técnica de thrust en la articulación sacroilíaca, no se han realizado estudios que comparen la técnica de thrust con la técnica de energía muscular y con un grupo control por medio de los parámetros baropodométricos. Asimismo la duración del estudio es mayor que los estudios previos mencionados. Por otra parte este estudio cuenta con una muestra mayor que los estudios anteriormente descritos.

Además, se espera que a través de una mejora biomecánica en los distintos parámetros disminuya la probabilidad de sufrir molestias o lesiones que dificulten su práctica habitual; igualmente se persigue que pueda mejorar su rendimiento deportivo a corto, medio y largo plazo. Asimismo buscamos que, tras el resultado obtenido en este estudio, los fisioterapeutas y osteópatas puedan obtener más información sobre la utilidad de cada técnica en los parámetros biomecánicos de la pisada.

Resulta interesante saber si las técnicas de thrust o de energía muscular pueden mejorar la distribución del peso o la estabilidad, puesto que esto podría utilizarse como intervención en la prevención de lesiones deportivas. También, con la ayuda de cuestionarios elaborados por el personal investigador, se puede conocer si existen factores que pueden influenciar en mayor medida los parámetros de distribución de la presión plantar, la oscilación o el centro de presiones. Entre estos factores podrían encontrarse la relación entre un mayor apoyo en un miembro inferior y que este fuera consecuencia de que el sujeto sea diestro o zurdo. De la misma forma, si las variables sociodemográficas como la edad y el peso pueden influir en el efecto de las técnicas. Asimismo, también se valora la posible relación entre el uso de plantillas, el tipo de huella plantar y el dolor lumbar con los parámetros baropodométricos.

**II – REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA**

II – REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA

La articulación sacroilíaca se localiza en la región de la pelvis, que se encuentra constituida por huesos, ligamentos, músculos, cápsulas articulares, fascia, nervios, vísceras y vasos sanguíneos. Todas estas estructuras presentan relación entre sí, destacando en el caso de la articulación sacroilíaca: la columna vertebral, el hueso sacro, el hueso ilíaco, los ligamentos sacroilíacos, la musculatura lumbosacra y la articulación coxofemoral. A continuación, se detallan las distintas estructuras y sus relaciones entre sí.

2.1.1. Sistema óseo de la columna

La columna vertebral es la estructura ósea posterior del tronco, conformada por 33-34 vértebras, entre las cuales se encuentran intercalados los discos intervertebrales. Se dividen en 7 vértebras cervicales, 12 vértebras torácicas, 5 vértebras lumbares, 5 vértebras sacras y 4-5 vértebras coccígeas. Las vértebras coccígeas al igual que la unión entre el sacro y el cóccix, no presentan articulación alguna entre ellas (38). La columna tiene una forma característica en forma de "S", con dos curvas convexas hacia delante o lordosis, que pertenecen a las regiones cervical y lumbar, junto con otras dos curvaturas cóncavas hacia atrás que dan lugar a las regiones torácica y sacra (38).

Este conglomerado óseo es una estructura con diversas funciones. En primer lugar, tiene una función de protección de órganos vitales o tejidos blandos como la médula espinal. En segundo lugar, se encarga de permitir al ser humano realizar distintas posturas tanto dinámicas como estáticas. En tercer lugar, destacar su función de inserción para los músculos del tronco, los miembros superiores y los miembros inferiores. Además, esta estructura da apoyo a la cabeza, los miembros superiores y la caja torácica cuando el ser humano realiza sus distintas actividades. Asimismo, habría que añadir su capacidad para la absorción de fuerzas que puedan incidir en el cuerpo (38).

2.1.2. Sistema óseo de la pelvis

La región pélvica se sitúa localizada en la parte inferior del tronco, comunicando este con los miembros inferiores. Esta región presenta una forma de cono invertido, con una circunferencia superior ancha y una circunferencia inferior más estrecha. Está constituida por 3 huesos, el hueso sacro y los 2 huesos ilíacos. Los huesos ilíacos se unen al sacro por su parte posterointerna. A través de esta unión recogen las fuerzas del tronco y las transmiten a los miembros inferiores (39).

Además, la arquitectura pélvica se encuentra sujeta a variaciones en el caso del cuerpo femenino, puesto que durante el proceso del embarazo y del parto se producen los movimientos de nutación y contranutación debido al componente hormonal de este proceso. Estos movimientos provocan un cambio en la disposición del sacro y un movimiento asociado en ambos ilíacos que puede generar cambios en el volumen y la forma habitual de esta región (39).

En la parte posterior de esta zona se localizan las articulaciones sacroilíacas, en las uniones entre el sacro y los ilíacos. Estas articulaciones presentan una movilidad moderada y se encuentran unidas por un complejo sistema ligamentario. En la cara anterior de esta articulación se pueden observar ligamentos más planos y fuertes, cuya función es evitar las fuerzas de cizallamiento y los movimientos excesivos de rotación externa. Por otra parte, se encuentra en esta región posterior un compendio de ligamentos sacroilíacos cuya función es estabilizar los movimientos del ilíaco con respecto al sacro. Se debe añadir la función que desempeñan los ligamentos iliolumbares, los cuales se originan en las apófisis transversas de la última vértebra lumbar y se insertan en las crestas ilíacas (40).

En la parte anterior de la región pélvica se sitúa la articulación de la sínfisis del pubis, que está conformada por las ramas púbicas, un anillo fibroso y un fuerte sistema ligamentario. Su función es controlar las fuerzas de rotación externa, así como los movimientos de torsión (40). A continuación, se puede observar en la figura 1 las estructuras que conforman la pelvis, constituida por el hueso sacro y los huesos ilíacos, divididos en las regiones de ilion, isquion y pubis.

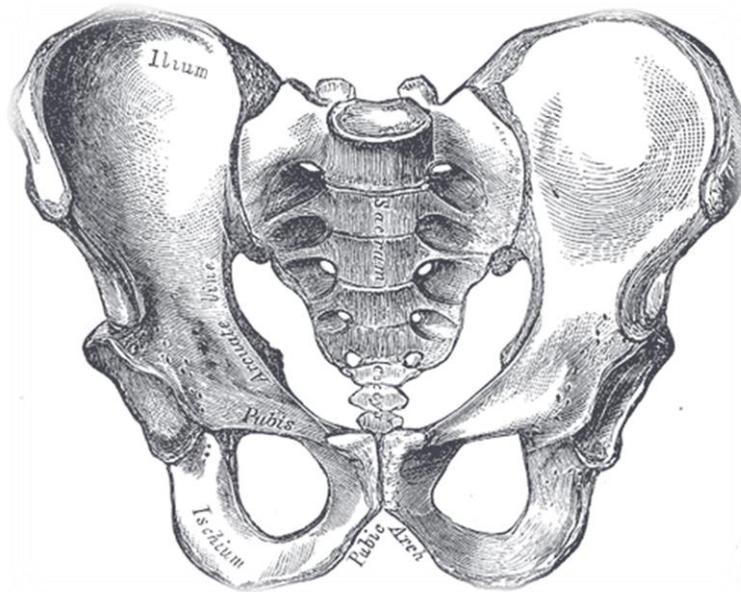


Figura 1. Anatomía de la región sacroilíaca y pélvica (41).

2.1.2.1. Sistema óseo del sacro

El hueso sacro se encuentra conformado por 5 vértebras sacras, que se fusionan después del nacimiento, quedando como una pieza única. Esta pieza presenta una forma triangular y se encuentra unida por su última vértebra sacra al cóccix. Este hueso es la continuación de la columna vertebral en la pelvis, este se encuentra unido al resto de la columna por medio de la articulación que presenta entre la quinta vértebra lumbar (L5) y la primera sacra (S1). En su cara anterior se pueden vislumbrar los forámenes sacros, que forman 4 líneas transversas a la altura de la línea de unión de las vértebras sacras. A través de estos forámenes sacros discurren los nervios pertenecientes al plexo sacro. Con respecto a la parte inferior, el sacro se encuentra unido al hueso cóccix, que está compuesto por varios rudimentos vertebrales, aunque solo se suele reconocer la primera vértebra coccígea. La unión entre el sacro y el cóccix se produce a través de la articulación cartilaginosa sacrococcígea, que permite los movimientos anterior y posterior o de nutación y contranutación que ocurren en el proceso del parto (42). A continuación, en la figura 2 se puede observar en una imagen de la anatomía de la cara anterior del hueso sacro.

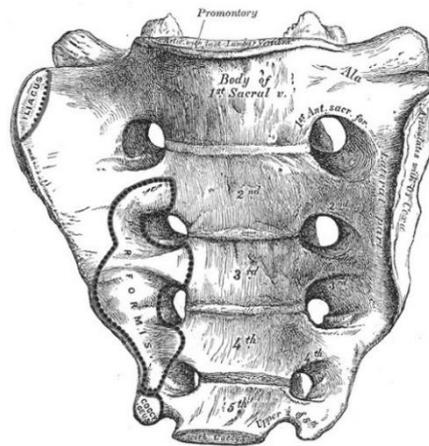


Figura 2. Anatomía de la cara anterior del sacro (41).

En la parte posterior del sacro destacan los relieves óseos formados por las fusiones de los procesos vertebrales, dando lugar a 5 crestas como podemos observar en la figura 3. Estos relieves óseos crean una superficie convexa donde se originan distintos músculos como son los glúteos, obturadores, paravertebrales, entre otros. Además, todos los relieves óseos presentes en esta cara posterior del sacro sirven de anclaje a su vez a numerosos ligamentos sacros y sacroilíacos (42).

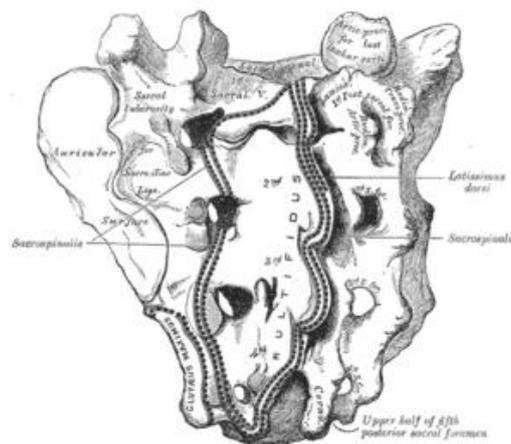


Figura 3. Anatomía de la cara posterior del sacro (41).

Observando el sacro en una vista lateral se aprecia su forma triangular. La base superior de este se encuentra compuesta por las vértebras sacras más craneales. Se puede valorar la presencia de una carilla articular con la que se obtiene la articulación sacroilíaca en el lateral, como se visualiza en la figura 4. Sin embargo, en la parte del vértice inferior no existe comunicación entre el sacro y el ilíaco, pero

sí que se observa la presencia de los ligamentos sacrociáticos, que se originan en la parte lateral inferior del sacro (43).



Figura 4. Anatomía de la cara lateral del sacro (41).

La cara superior del sacro se caracteriza por presentar aquellas superficies articulares que le van a permitir relacionarse con la última vértebra lumbar, mediante el disco intervertebral. Además, existe también una relación entre la primera vértebra sacra y la última vértebra lumbar a través de las carillas articulares de ambas vértebras, en los laterales del canal vertebral. Asimismo, el sacro presenta en su cara anterior el promontorio, mientras que en la parte posterior se observa el inicio de la cresta sacra. Esta cresta se puede apreciar en la figura 5, conformada por la unión de las sucesivas apófisis espinosas de las continuas vértebras sacras (44).

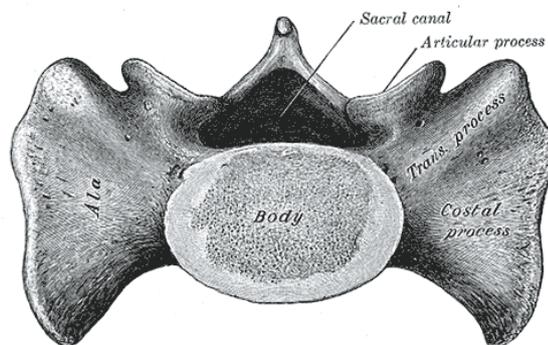


Figura 5. Anatomía de la cara superior del sacro (41).

En su cara inferior, el sacro presenta la articulación sacrococcígea, que dispone de una morfología diferente según el sujeto. Sin embargo, se suele caracterizar por tener unas superficies articulares elípticas, convexas, y presentar un eje mayor a través del cual se articula el cóccix (44).

2.1.2.2. Sistema óseo del ilíaco

Los huesos ilíacos están unidos por su parte anterior entre sí a través de la sínfisis del pubis, mientras que en su parte posterior se encuentran conectados con el hueso sacro, a través de la articulación sacroilíaca. Los huesos ilíacos presentan una forma de hélice con tres partes diferenciadas: el ilion, el pubis y el isquion. En común se encuentran relacionados con los tres huesos con la cavidad cotiloidea o acetábulo, donde se ubica la cabeza del fémur, dando lugar a la articulación de la cadera o articulación coxofemoral. Además, en la parte superior del acetábulo se puede distinguir el agujero obturador (45).

En la parte externa el hueso ilíaco se ubica la fosa ilíaca externa, mientras que en la parte interna se encuentra la fosa ilíaca interna, que es donde se ubican las estructuras pertenecientes al sistema digestivo, urinario y reproductor, además de los distintos paquetes vásculo-nerviosos. Esta región interna está dividida en dos partes por la línea innominada. En su parte más interna se ubica también el músculo ilíaco, mientras que en la parte posterior de la fosa ilíaca se sitúan las carillas articulares del hueso ilíaco que forman la articulación sacroilíaca. Asimismo, en esta parte interna y posterior, se encuentra la tuberosidad ilíaca, que sirve de anclaje para distintos ligamentos que también participan de la articulación entre el sacro y el ilíaco (46).

En la parte superior del hueso ilíaco se encuentra la cresta ilíaca, que presenta en su cara más anterior una prominencia ósea denominada espina ilíaca anterosuperior. A continuación de esta se ubica la escotadura innominada que desemboca en otra prominencia ósea denominada espina ilíaca anteroinferior. Por otro lado, en su parte más posterior la cresta ilíaca presenta otra prominencia ósea denominada espina ilíaca posterosuperior, seguida de otra escotadura innominada que la comunica con la espina ilíaca posteroinferior. Siguiendo estos relieves óseos posteriores se encuentran la espina ciática y por último, en la parte más inferior del hueso ilíaco, la tuberosidad isquiática (47).

En la zona inferior del hueso ilíaco se encuentra su región denominada isquion, donde se ubica una rama descendente vertical que a su vez comunica con

2.1.3. Sistema articular de la articulación sacroilíaca

El hueso ilíaco se encuentra relacionado en su parte posterior con el hueso sacro a través de la articulación sacroilíaca. En la parte posterior del hueso ilíaco observamos una carilla articular con forma de aurícula que se relaciona con otra de forma similar ubicada en el lateral del hueso sacro. Las carillas articulares presentan una capa de cartílago y se localizan en el interior de una cápsula fibrosa articular. Esta cápsula a su vez está recubierta por un conglomerado ligamentoso (38). Los distintos ligamentos que recubren esta articulación se pueden clasificar como se indica en los siguientes apartados:

- Ligamentos de la articulación sacroilíaca: ligamentos propios

Se consideran ligamentos propios de la articulación sacroilíaca a aquellos que unen el hueso sacro y el hueso ilíaco. El compartimento ligamentario anterior de la articulación tiene la función de evitar el movimiento de nutación. Este sistema ligamentario se origina en la cara anterior y medial del hueso ilíaco. (43).

Por otro lado, en la parte posterior de la articulación se encuentran, profundamente, los ligamentos llamados axiales, cuyo origen se sitúa en la tuberosidad ilíaca para insertarse después en la fosa cribosa del sacro. Asimismo, se aprecian los ligamentos iliotransversos sacros y conjugados en el plano medio. Sobre estos sistemas se sitúa de forma superficial un abanico ligamentoso originado en la parte posterior del hueso ilíaco y que presenta su inserción en la parte posterior e interna del sacro (43).

- Ligamentos de la articulación sacroilíaca: ligamentos externos

Los ligamentos externos aumentan la fijación de la articulación sacroilíaca pero no participan de forma exclusiva en ella. Entre estos ligamentos encontramos los iliolumbares, que se originan en la cuarta vértebra lumbar así como en la apófisis transversa de la quinta vértebra lumbar, y se insertan en la parte posterior de la cresta ilíaca y en la cara anterior de la articulación sacroilíaca (38).

- Ligamentos sacrociáticos

Los ligamentos sacrociáticos se encuentran situados en la parte posterior del sacro y desarrollan un rol muy importante en la estabilidad de la pelvis. Existe un ligamento sacrociático menor cuyo origen se sitúa en la espina ciática unido al

borde lateral del sacro y su inserción se ubica en el hueso cóccix. Sin embargo, el ligamento sacrociático mayor presenta su origen en la parte posterior del sacro y se dirige hasta la tuberosidad isquiática. Este ligamento produce la existencia de un espacio en la escotadura ciática menor por el que se desplaza el músculo obturador interno (43).

A continuación, se pueden observar las imágenes de los ligamentos que presenta la articulación sacroilíaca en una visión anterior en la figura 7 y una visión posterior en la figura 8.

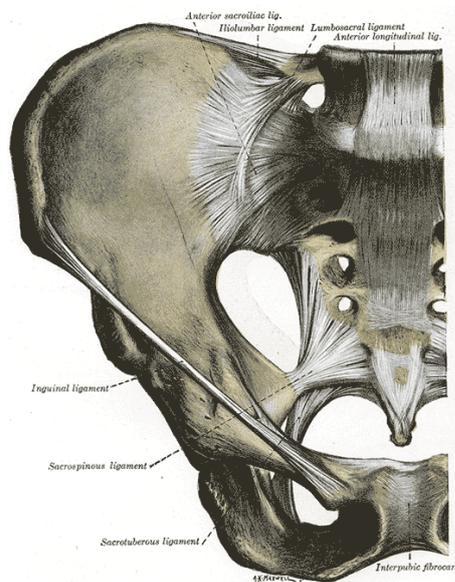


Figura 7. Anatomía de la cara anterior de la pelvis. Visión de los ligamentos sacroilíacos y de la sínfisis del pubis (41).

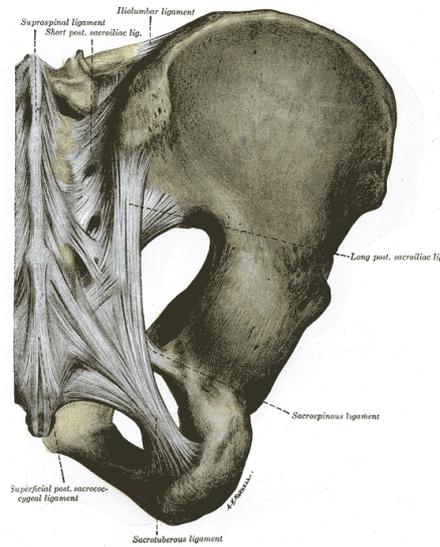


Figura 8. Anatomía de la cara posterior de la pelvis, de los ligamentos sacroilíacos, los ligamentos sacrociáticos y los ligamentos iliolumbares (41).

2.1.4. La sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis es la articulación que se forma por la unión de las ramas horizontales del pubis y de los dos huesos ilíacos. Las carillas articulares de ambos pubis están recubiertas de fibrocartílago. Además estas carillas se encuentran separadas y articuladas entre sí a través de un disco calcificado. Asimismo esta articulación se encuentra recubierta por una cápsula fibrosa compuesta por diversos ligamentos interóseos. Este sistema ligamentoso presenta una gran resistencia al movimiento, permitiendo un pequeño grado de movilidad a los dos huesos ilíacos (38,43). Como se observa en la figura 9, se puede visualizar la anatomía de la articulación de la sínfisis del pubis, mostrando los complejos fibrocartilaginoso y ligamentoso que la conforman.

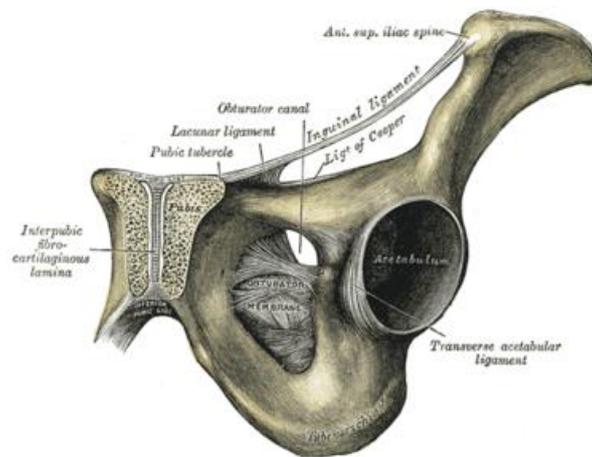


Figura 9. Anatomía de la región de la sínfisis del pubis (41).

2.1.5. La articulación coxofemoral

La articulación coxofemoral es aquella que se origina de la unión entre la cabeza del fémur y la cavidad cotiloidea o acetábulo del hueso ilíaco. La cabeza del fémur se encuentra recubierta de fibrocartílago, mientras que la cavidad cotiloidea presenta, además del fibrocartílago, un rodete fibroso. Este rodete fibroso permite una mayor coaptación de la cabeza del fémur, puesto que esta es más grande que la propia cavidad cotiloidea. Esta articulación posee una cápsula articular que recubre la cavidad cotiloidea, la cabeza del fémur y parte del cuello del fémur. Además en el acetábulo se encuentra el origen del ligamento transverso, como continuación del labrum a nivel de la escotadura acetabular. Asimismo la cabeza del fémur presenta el ligamento redondo, que se origina en la fosa acetabular y se inserta en la fóvea de la cabeza del fémur. Esta articulación es una enartrosis, lo que permite gran variedad de movimiento: rotaciones interna/externa, flexión/extensión y abducción/adducción (48).

2.1.6. Musculatura involucrada en la articulación sacroilíaca

La musculatura abdominal, lumbar y del miembro inferior tienen una gran importancia en la articulación sacroilíaca, tanto desde el punto de vista estructural como biomecánico. Por ello, una alteración en la musculatura periarticular puede ocasionar disimetrías o alteraciones en el correcto funcionamiento de la articulación. Además, la musculatura lumbopélvica se encuentra sujeta a un gran estrés funcional debido a su papel fundamental en mantener la postura del tronco, lo que a su vez puede facilitar la aparición de hipertonia muscular o acortamientos, que provoquen una disminución del rango de movilidad en las articulaciones asociadas. Por tanto se debe tener muy presente el origen, su inserción, el movimiento que realiza y su correspondiente inervación. Esta información se puede apreciar en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Musculatura abdominal y lumbar que relacionan la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza (49).

| Músculo | Origen | Inserción | Movimiento | Inervación |
|--|--|---|---|--|
| Iliocostal lumbar | Sacro, cresta ilíaca y procesos espinosos de las vértebras lumbares | Ángulo costal de la 7ª a la 12ª costilla | Extensión, inclinación homolateral y rotación homolateral | Rama posterior de los nervios espinales |
| Intertransversos lumbares laterales | Procesos costales de las vértebras lumbares, procesos espinosos de D12 | Procesos costales de la 1ª a la 5ª vértebra lumbar, procesos transversos de D11. Tuberosidad ilíaca | Extensión e inclinación homolateral | Ramas ventrales de los nervios espinales |
| Intertransversos lumbares mediales | Tuberosidad ilíaca, procesos accesorios de la 1ª a la 4ª vértebra lumbar | Procesos mamilares de la 2ª a la 4ª vértebra lumbar | Extensión e inclinación homolateral | Ramas dorsales de los nervios espinales |
| Rotadores lumbares corto y largo | Base de los procesos mamilares de las vértebras lumbares | Procesos espinosos y del arco vertebral de las vértebras lumbares | Extensión, inclinación homolateral y rotación contralateral | Ramas dorsales de los nervios espinales |

Tabla 1. (Continuación). Musculatura abdominal y lumbar que relacionan la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza (49).

| Músculo | Origen | Inserción | Movimiento | Inervación |
|----------------------------------|--|--|---|---|
| Multífido lumbar | Procesos mamilares de las vértebras lumbares, sacro, ligamento sacroilíaco posterior y cresta ilíaca | Proceso espinoso de las vértebras lumbares superiores y vértebras torácicas inferiores | Extensión, inclinación homolateral y rotación contralateral | Ramas dorsales de los nervios espinales |
| Transverso del abdomen | Cresta ilíaca, ligamento inguinal, fascia lumbar, cartílagos D6-D12 | Cartílago xifoides, línea alba, cresta del pubis | Comprime el abdomen | Nervios intercostales (T5-T12), Nervios iliohipogástrico e ilioinguinal |
| Oblicuo mayor del abdomen | Cara externa de D5-D12 | Línea alba y sínfisis del pubis | Comprime y sostiene las vísceras. Rota y flexiona el tronco | Nervios intercostales (T5-T12), Nervio iliohipogástrico |
| Oblicuo menor del abdomen | Ligamento inguinal, cresta ilíaca, fascia tóraco-lumbar | Línea alba, línea pectínea, borde inferior de D10-D12 | Comprime y sostiene vísceras abdominales, rota y flexiona el tronco | Nervios intercostales (T8-T12) Nervios iliohipogástrico e ilioinguinal |
| Recto mayor del abdomen | Sínfisis y cresta del pubis | Cartílago costal de las costillas D5-D7 y apéndice xifoides | Comprime vísceras torácicas. Flexión de tronco | Nervios intercostales (T5-T12) |
| Psoas | Vértebras lumbares y fosa ilíaca interna | Trocánter menor del fémur | Flexión de la cadera | Ramas anteriores del plexo lumbar (L1-L3) |
| Cuadrado femoral | Tuberosidad isquiática | Cresta intertrocantérea | Rotación lateral del fémur | Nervio cuadrado femoral y plexo sacro |

En la tabla 2 se muestra el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realizan los músculos que se encuentran en la región de la pelvis y articulación sacroilíaca.

Tabla 2. Musculatura pélvica y del miembro inferior que relaciona la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza (43-46).

| Músculo | Origen | Inserción | Movimiento | Inervación |
|--------------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| Glúteo medio | Cara externa del ilion | Cara lateral del trocánter mayor del fémur | Abducción y rotación externa del muslo | Nervio glúteo superior |
| Glúteo menor | Cara externa de ilion, borde superior y anterior del trocánter mayor del fémur | Cápsula de la articulación de la cadera | Abducción | Nervio glúteo superior |
| Glúteo mayor | Superficie glútea del ilion, fascia lumbar, sacro, ligamento sacrotuberoso | Tuberosidad glútea, tracto iliotibial | Rotación externa y extensión de la cadera | Nervio glúteo inferior |
| Piramidal | Sacro | Trocánter mayor | Rotación externa y abducción de la cadera | Nervio del músculo piriforme (L5-S1) |
| Obturador externo | Orificio obturador de la rama del pubis y rama izquierda del isquion | Fosita del trocánter mayor del fémur | Estabiliza la articulación coxofemoral y aducción de la cadera | Rama posterior del nervio obturador |
| Obturador interno | Pubis e isquion | Cuello del fémur | Rotación externa de la cadera | Ramas directas del plexo sacro |
| Cuádriceps | Cara anterior del fémur, ilíaco (recto femoral) | Tendón rotuliano en la rótula | Extensión de la pierna, flexión de cadera (recto femoral) | Nervio femoral |
| Sartorio | Espina ilíaca anterosuperior | Superficie anterosuperior de la tibia | Flexión de cadera y aducción | Nervio femoral |

Tabla 2. (Continuación). Musculatura pélvica y del miembro inferior que relaciona la articulación sacroilíaca y la pelvis describiendo el origen, la inserción, la inervación y el movimiento que realiza (43-46).

| Músculo | Origen | Inserción | Movimiento | Inervación |
|---------------------------------|--|--|---|---|
| Tensor de la fascia lata | Espina ilíaca anterosuperior | Cintilla iliotibial | Abducción, rotación interna y flexión de cadera, tensa la fascia lata | Nervio glúteo superior |
| Aductor mayor | Rama inferior de isquion y pubis | Tubérculo aductor en la tibia y en la línea áspera del fémur | Aducción | Rama posterior del nervio obturador, nervio ciático |
| Aductor largo del muslo | Ángulo del pubis entre la sínfisis | Línea áspera del fémur a través de la aponeurosis aductora | Aducción y flexión de la pierna | Nervio obturador |
| Bíceps femoral | Tuberosidad isquiática, línea áspera del fémur | Extremo superior de la cabeza del peroné | Flexión y rotación externa de rodilla, extensión de cadera | Nervio fibular común y nervio tibial |
| Semitendinoso | Tuberosidad isquiática | Extremo superior de la tibia | Flexión de la rodilla, extensión de cadera | División tibial del nervio ciático |
| Semimembranoso | Tuberosidad isquiática | Cóndilo medial de la tibia | Extensión de cadera, flexión de rodilla | Nervio ciático |

2.2. BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA

Como ya señalamos la región pélvica tiene forma de anillo y está compuesta por los huesos ilíacos y el hueso sacro. Estos huesos se relacionan entre ellos por medio de las articulaciones sacroilíacas y la sínfisis del pubis. La fuerza se transmite de los alerones del sacro a los huesos ilíacos, pasando por las espinas ciáticas y desembocando en la cavidad cotiloidea. Una vez llegan las fuerzas a la cavidad cotiloidea estas se trasladan hacia los miembros inferiores. La pelvis recibe el peso del tronco mediante la quinta vértebra lumbar y la base del sacro, desde la cual se reparte a través de la cabeza del fémur, cuello femoral y el resto de estructuras óseas (50,51). Asimismo, la pelvis presenta en su parte anterior la sínfisis del pubis, con escasa movilidad, y se encuentra sujeta por un fuerte complejo cápsulo-ligamentoso. Este sistema se encarga de soportar las fuerzas que recibe por las ramas púbicas, estabilizando la parte anterior del anillo pélvico (52). En su parte posterior se encuentran las articulaciones sacroilíacas, que tienen un papel fundamental en la biomecánica pélvica, ya que son las encargadas de recibir las fuerzas procedentes del sacro y a la vez estabilizar la pelvis posteriormente. Esto supone que todos los problemas derivados de una alteración en la movilidad sacroilíaca pueden desembocar en desequilibrios biomecánicos en los miembros inferiores y en la columna vertebral, entre otras regiones del cuerpo humano (53).

La pelvis presenta articulaciones con una movilidad reducida, pero fundamental para el correcto funcionamiento de las estructuras con las que se relaciona. Además este anillo pélvico se encuentra constantemente en un proceso adaptativo a las posturas que puede realizar el ser humano; ya sea cuadrupedia, bipedestación, sedestación, la marcha, la carrera, entre otras situaciones posturales. Por tanto, es de gran importancia mantener los rangos de movilidad para evitar lesiones asociadas (54-57).

En contraposición, la región conformada por la unión de la columna lumbar y la pelvis es una región dotada de una gran variedad de movimientos. Entre la quinta vértebra lumbar y el sacro se pueden observar los movimientos de flexión, extensión, rotaciones e inclinaciones laterales. De la misma forma, en las articulaciones sacroilíacas podemos encontrar movimientos complejos de rotación y apertura/cierre. La pelvis puede realizar los movimientos de retroversión y anteversión. Por último la sínfisis del pubis, pese a presentar una movilidad reducida, permite cierta movilidad de cierre/apertura y de rotación (58-62).

La articulación sacroilíaca es una articulación compleja, tanto por las relaciones osteoarticulares y ligamentosas, como por sus movimientos. Estos se pueden diferenciar biomecánicamente dependiendo del hueso que se tome como punto fijo, ya sea el sacro o el ilíaco (63).

2.2.1. Biomecánica del sacro respecto a los ilíacos

Cuando se toman como punto fijo los ilíacos, se pueden observar dos movimientos claramente diferenciados, la nutación y la contranutación. Estos son movimientos fundamentales para el proceso del embarazo y del parto. Durante estos procesos el sacro facilitará la colocación del feto dentro de la pelvis con el movimiento de nutación. Asimismo el sacro, realizando el movimiento de contranutación, facilitará el descenso del feto, para mejorar su salida por el canal del parto (64,65).

La nutación se considera al movimiento del sacro en el que se adelanta la base del sacro y se retrasa el ápex. De esta forma se genera un aumento del espacio inferior en la pelvis, lo que a su vez va acompañado de una horizontalización del sacro. Esta movilidad se encuentra restringida por el conjunto ligamentoso que recubre la articulación sacroilíaca. En la limitación del movimiento intervienen los ligamentos sacrociáticos, tanto mayores como menores, y los ligamentos ubicados en la cara anterior de la articulación sacroilíaca (66,67).

El movimiento de contranutación surge de un movimiento anterior del ápex del sacro y un desplazamiento posterior por parte de la base del sacro. Este movimiento provoca una disminución del espacio inferior de la pelvis y un aumento del superior. El sacro de esta forma adopta una posición más vertical. Los ligamentos que limitan esta movilidad son los ligamentos sacroilíacos ubicados en la cara posterior (68,69).

2.2.2. Biomecánica de los ilíacos respecto al sacro

Los movimientos de los huesos ilíacos respecto al sacro permiten los movimientos de apertura y cierre de las carillas articulares situadas en las articulaciones sacroilíacas. Teniendo al sacro como punto fijo, se observan tres tipos de ejes diferenciados. En primer lugar, se encuentra el eje transversal superior, que permite los movimientos de rotación anteroposterior. Este atraviesa la parte superior de la articulación sacroilíaca, la primera vértebra sacra y el brazo corto

ilíaco (70,71). En segundo lugar se encuentra el eje transversal medio, en el que se realizan las rotaciones. Este atraviesa la parte media de la articulación sacroilíaca, la segunda vértebra sacra y el istmo (72). En tercer lugar, se sitúa el eje transversal inferior, donde se producen los movimientos de apertura y cierre de la articulación sacroilíaca. Este eje pasa a través de la parte inferior de la articulación sacroilíaca, atravesando la tercera vértebra sacra y el brazo largo ilíaco (73,74).

La rotación anterior del hueso ilíaco con respecto al sacro se produce gracias al descenso anterior del brazo corto del ilíaco por el brazo corto del sacro. Las espinas ilíacas anterosuperiores describen un desplazamiento anterior, descendente y hacia el interior; que va acompañado de una rotación interna de las alas ilíacas. Además el isquion se desplaza hacia posterior, asciende y se exterioriza. Todo este compendio de movimientos se encuentra controlado por el pubis, la musculatura isquiosural y los ligamentos sacroilíacos (75,76).

Cuando se produce la rotación posterior del hueso ilíaco con respecto al sacro, esta se realiza a través de los movimientos ascendente y posterior del ilíaco sobre el brazo menor o corto del sacro. En este movimiento las espinas ilíacas posterosuperiores descienden, se desplazan posteriormente y hacia el exterior. El isquion por su parte describe un movimiento ascendente y anterior. Con respecto a las alas ilíacas, estas realizan un movimiento de rotación externa. Al igual que la rotación anterior este movimiento complejo se encuentra limitado por la sínfisis púbica, aunque también limitarán este movimiento los músculos espinales, el dorsal ancho y los ligamentos sacroilíacos (77-79).

Los movimientos de apertura y cierre del ilíaco se producen en el eje transversal inferior. Estos movimientos tienen tendencia a ser limitados puesto que esta articulación se encuentra sujeta a numerosas fuerzas que pueden facilitar la aparición de disfunciones, además del sistema ligamentoso que impide su movilidad. Asimismo, anteriormente se encuentra limitado por la sínfisis del pubis (80,81).

2.3. FISIOPATOLOGÍA DEL MIEMBRO INFERIOR EN ATLETAS

La práctica deportiva lleva asociada inevitablemente lesiones deportivas y la aparición de patologías como la disfunción sacroilíaca. Se podría definir como lesión deportiva “el daño producido en un tejido del cuerpo humano como resultado de la práctica deportiva o la realización de ejercicio físico” (82). Podemos

clasificar las lesiones deportivas en agudas y crónicas, en función de la duración y de la caracterización de la sintomatología. Las lesiones agudas son aquellas que se identifican con un inicio repentino, consecuencia de un hecho traumático. Este tipo de lesiones llevan asociados los signos de hinchazón, de dolor y de pérdida de la capacidad funcional, perceptibles desde el momento de la lesión (83). Sin embargo las lesiones crónicas son aquellas que se caracterizan por un inicio lento e insidioso, que lleva asociado un aumento gradual del daño estructural (84). Estas lesiones son las que más se observan en el corredor debido a los microtraumatismos originados por los repetidos impactos en la carrera.

Los factores que pueden desembocar en lesión para el atleta pueden ser tanto intrínsecos como extrínsecos. Los factores extrínsecos incluyen el material usado en la práctica, el medio ambiente, el tipo de actividad y los posibles fallos en la preparación física. Por otra parte los factores intrínsecos son aquellos que incluyen la edad, el sexo, la forma física, los antecedentes personales las patologías previas y las alteraciones anatómicas congénitas (84).

2.3.1. Relaciones entre una deficiencia biomecánica en el pie y las lesiones frecuentes en el corredor

Las lesiones en los corredores, como la disfunción sacroilíaca, surgen por diversos factores entre los que se encuentra una incorrecta alteración biomecánica del pie, que podría afectar al equilibrio o a una incorrecta pisada. Según los autores podrían relacionarse distintas lesiones con un morfotipo o alteración previa del corredor como el pie plano, el pie cavo, index minux, hallux valgus, hallux rigidus, fractura por estrés y un eje tibial mayor de 20 grados.

El pie plano provoca una disminución en la fuerza de despegue en la carrera. Esto se podría deber a una menor actividad de los músculos tibiales, generando menos inversión y a su vez menos capacidad de formación de la bóveda plantar, que es necesaria para poder realizar el despegue durante la carrera (85). El pie plano puede producir lesiones y la sobrecarga en las partes blandas. Se debe fundamentalmente a una insuficiencia o debilidad en el tibial posterior (86). También puede desencadenar un síndrome del canal tarsiano. Esto podría ser consecuencia de un estiramiento del nervio tibial posterior (87). La laxitud de los ligamentos interóseos subastragalinos presentes en el pie plano podrían ocasionar síndromes de estrés tibial, síndrome de dolor femoropatelar o tendinitis del tibial

posterior. La causa desencadenante sería la contracción refleja de los músculos peroneos al realizar un sobreesfuerzo debido al excesivo movimiento de la articulación subtalar por hiperpronación (88).

La presencia de un pie cavo puede afectar a la carrera o al salto disminuyendo la función amortiguadora. Esto podría estar causado por una disminución de la eversión necesaria para dicha amortiguación (89). El pie cavo puede producir un síndrome de la cintilla iliotibial, tendinitis en los peroneos, fracturas por estrés, bursitis trocantérea y fascitis plantar, así como lesiones por inversión y sobrecarga de las estructuras óseas. Esto es consecuencia de una disminución de la movilidad de la articulación subastragalina que provoca una insuficiencia en la función amortiguadora del pie y sobrecarga lateral del pie (90). La aparición de un pie cavo talo varo puede generar lesiones por distensión del compartimento lateral, así como tendinitis de los músculos peroneos. Esto se podría deber a que este tipo de atleta realiza la carrera con una supinación compensatoria (91).

Si el corredor presenta una fórmula metatarsal index minus se pueden producir fracturas por sobrecarga. El mecanismo que produciría este desenlace sería el aumento de la carga en la articulación metatarsofalángica del segundo al cuarto dedo (92).

Un hallux rigidus puede provocar en el atleta incapacidad para el despegue en el salto y la carrera. Todo ello producido por la pérdida de movimiento en la articulación metatarsofalángica del primer dedo (93).

La presencia de un hallux valgus puede producir dolor e incapacidad para realizar la fase de contacto en el velocista, así como incapacidad para realizar la fase de despegue en el salto y en la carrera. Esto puede aparecer por fracturas por sobrecarga en los sesamoideos y necrosis aséptica de los mismos (93). También el hallux valgus puede afectar al atleta con dolor al realizar la fase de batida en el salto o generarle un síndrome femoropatelar, consecuencia de la limitación de la eversión, con disminución de la función amortiguadora del pie y la sobrecarga lateral del pie (94).

Un primer metatarsiano elevado o débil puede producir fracturas por sobrecarga más frecuentemente en el quinto metatarsiano por un incremento en la carga plantar lateral (94).

Cuando el atleta presenta un eje tibial externo mayor de 20º hay riesgo de lesiones de los peroneos. Esto es debido a la presencia de una sobrecarga sobre los ligamentos externos por rotación interna compensatoria (94).

Por todo lo anteriormente expuesto se justifica el tener en consideración las estructuras anatómicas implicadas en el gesto deportivo del corredor, puesto que una alteración anatómica podría estar poniendo en riesgo su salud. Asimismo, se debe tener presente que el 60% de las lesiones durante la práctica deportiva son debidas a errores en el entrenamiento, independientemente del morfotipo de pie del atleta (94).

2.3.2. Fisiopatología en la región de la pelvis y de la cadera

De la misma forma que surge la disfunción sacroilíaca debido a la práctica deportiva, otras lesiones deportivas frecuentes en la región de la pelvis y de la cadera, como son la pubalgia, la distensión del músculo psoas ilíaco así como del recto femoral y el síndrome del músculo piramidal.

La pubalgia es una lesión que puede deberse al cizallamiento del pubis por una caída sobre un pie, o bien por una patología osteotendinosa de los músculos aductores. La lesión se suele ubicar en la unión osteotendinosa, en el propio tendón del aductor o en la unión miotendinosa del músculo. Por otro lado las causas que pueden originar tendinitis son la hipermovilidad de la sínfisis por hiperlaxitud de los ligamentos pubianos, el desequilibrio muscular entre los aductores y el recto anterior del abdomen, la hipomovilidad en la articulación coxofemoral o en la articulación sacroilíaca, o un exceso de anteversión pélvica. Esta suele ser unilateral e irradia el dolor desde la musculatura aductora hasta el canal inguinal (95).

La lesión en el psoas ilíaco se produce por un esfuerzo repetitivo en la flexión de cadera, generándose dolor en la inserción, y puede acompañarse de hipersensibilidad al tacto (95).

La lesión del recto femoral se produce habitualmente por una distensión muscular en su origen, justo debajo del acetábulo. El dolor aparece con la flexión de cadera o bien con la extensión de rodilla contrarresistencia (95).

El síndrome del piramidal consiste en el excesivo aumento de tono por parte del músculo piramidal, que presiona o comprime la salida del nervio ciático por el agujero obturador, produciéndose una falsa ciática. El piramidal es un músculo muy susceptible de sufrir hipertonia, puesto que se encuentra muy implicado en el gesto de la zancada, también en los impactos sobre irregularidades del terreno o por un gran volumen de entrenamiento en un corredor de fondo (95).

2.3.3. Fisiopatología en la región del fémur y la rodilla

La disfunción sacroilíaca puede aparecer debido a la práctica deportiva, así como otras lesiones deportivas en la región del fémur y la rodilla, que pueden afectar al atleta en su ejecución de la carrera o en su pisada. Entre estas lesiones pueden encontrarse las distensiones musculares, la bursitis, la condromalacia rotuliana, el síndrome de la cintilla iliotibial y la tendinitis rotuliana.

Las **distensiones musculares** pueden surgir tanto en el cuádriceps como en alguno de los músculos isquiosurales. Ambas distensiones se pueden producir por un gran desequilibrio muscular entre los músculos agonistas y antagonistas. Generalmente es la musculatura isquiosural la que tiende a sufrir más distensiones musculares. Esta lesión se caracteriza por un estiramiento excesivo de las fibras, apareciendo en ellas daño tisular que provoca una hemorragia local, lo que a su vez produce una pérdida en la capacidad del músculo para poder contraerse, y disminuye la movilidad del miembro inferior (96).

La **bursitis** se origina por una sobrecarga o una irritación de la bolsa de líquido sinovial que recubre huesos, tendones, músculos y articulaciones, cuyo fin es disminuir la fricción entre los distintos elementos de la articulación. En la rodilla se puede producir esta patología como consecuencia de una sobrecarga de esta bolsa de líquido sinovial por el gesto de la carrera. Los signos y síntomas que la caracterizan son hinchazón, dolor a la palpación y sensación de inflamación crónica (96).

La **condromalacia rotuliana** es una de las patologías más presentes en el corredor. Esta patología se caracteriza por provocar una sintomatología dolorosa inespecífica en la región de la rodilla. Según autores, la principal causa de esta lesión se debería a una rótula alta y un elevado aumento del ángulo Q de la rodilla. Este ángulo se obtiene de la línea recta trazada desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el centro de la rótula, y otra línea trazada desde el centro de la rótula hasta el centro de la tuberosidad anterior de la tibia. Lo que se deduce de este ángulo es que, cuanto mayor es, mayor es la posibilidad de que haya un desplazamiento lateral al extender la rodilla. Este desplazamiento produce un roce entre la rótula y el cóndilo externo del fémur generando un desgaste del cartílago posterior de la rótula. Cuando este cartílago va desapareciendo se instaura mayor inflamación y sintomatología dolorosa (96).

Según expertos, una de las causas para que aumente este ángulo Q es la debilidad de la musculatura del cuádriceps. En especial del vasto interno, que debería ser el encargado de recentrar la rótula y evitar que se desplace tanto lateralmente. Si se prolonga durante mucho tiempo esta patología y se continúa con la práctica deportiva se asume el riesgo de que haya un mayor desgaste del cartílago articular presente en la parte posterior de la rótula, de difícil solución por medio de los tratamientos de fisioterapia, osteopatía y/o médico (96).

El síndrome de la cintilla iliotibial se evidencia por dolor en la cara externa de la rodilla. Es el resultado de una lesión por fricción repetida del epicóndilo femoral externo con la banda iliotibial (95). La cintilla iliotibial se comporta como un verdadero ligamento anterolateral de la rodilla. Durante la flexión de la cadera se implica el tensor de la fascia lata, que produce un movimiento anterior de la banda iliotibial con respecto al epicóndilo femoral externo, ayudando a mantener dicha flexión de cadera y de rodilla. En cambio, cuando se realiza la extensión de cadera, el tensor de la fascia lata se coloca por detrás del trocánter mayor, encargándose de ayudar a mantener la extensión de cadera. Durante la flexión de rodilla la banda iliotibial se desplaza posteriormente al epicóndilo femoral externo y, cuando se ejecuta la extensión de rodilla, la banda se sitúa delante del epicóndilo.

La causa de esta lesión se puede deber a una inadecuada activación de los músculos abductores, a una mala estabilidad pélvica y/o al control excéntrico de la abducción de cadera por encontrarse esta limitada. Como consecuencia de esta limitación otros músculos tienen que compensar la función incrementando la tensión en las partes blandas y originando restricciones miofasciales. De la misma forma, se puede deber este síndrome a una falta de elasticidad o flexibilidad en la cintilla iliotibial que la hace más propensa a dañarse con el epicóndilo femoral externo. Asimismo hay autores que afirman que la causa también se podría deber a la cantidad de kilómetros que realiza el atleta durante la semana, puesto que esto ocasiona microtraumatismos repetitivos de la cintilla contra el epicóndilo femoral (95).

La tendinitis rotuliana se caracteriza por presentar un dolor referido en la cara anterior de la rodilla que se agrava durante la práctica deportiva, asociado a sensaciones agudas que se pueden corresponder con microdesgarros del tendón. Aquellas zonas que se encuentran dañadas son dolorosas a la palpación (90). La causa de la tendinitis rotuliana es multifactorial, ya que se puede deber a desequilibrios biomecánicos que alteran la capacidad de absorber la energía de

choque tanto a nivel de la cadera como de la rodilla o del tobillo. Existen autores que asocian un excesivo aumento en el ángulo Q con la tendinitis. De la misma forma otros autores hablan de trastornos biomecánicos como son la pronación excesiva del pie, la tibia vara, la rótula alta, la anteversión femoral, la rigidez o la disfunción de la musculatura periarticular de la rodilla (96).

2.3.4. Fisiopatología en la región de la pierna y del tobillo

El atleta se encuentra sujeto a distintas lesiones en la región de la pierna y del tobillo debido a su práctica deportiva como son, entre las más frecuentes, la periostitis tibial, el esguince de tobillo y la tendinitis del tendón de Aquiles. Estas lesiones pueden afectar al correcto apoyo o a una correcta biomecánica de carrera, de la misma forma que puede suceder con una hipomovilidad en la articulación sacroilíaca, consecuencia de una disfunción en la articulación.

La periostitis tibial es una de las lesiones más habituales en los corredores. Esta consiste en la inflamación del periostio que recubre el hueso de la tibia. Se encuentra muy relacionada con los aumentos de volumen de entrenamiento por parte del atleta. Se establece también una relación entre el impacto del pie contra el suelo, que produce la contracción de los músculos tibiales que realizan una tracción en su inserción ósea, creándose a su vez una vibración constante y haciendo que el periostio termine por inflamarse. De la misma forma, se sospecha también que puede estar relacionada esta patología con el calzado que lleva el corredor con sobrepeso, por el impacto que realiza en el suelo, asociado a una técnica deficiente de carrera. En los estadios más graves puede generar dolor al caminar (97).

El esguince de tobillo es otra lesión frecuente en la práctica deportiva que se caracteriza por una torcedura lateral o medial. En estas situaciones los ligamentos, que son los encargados de la estabilidad del tobillo, sufren una distensión, acompañada en ocasiones de una rotura parcial o completa de los mismos. Cuando se produce un esguince por inversión, en el que se produce una supinación del tobillo, se comprometen el ligamento peroneo-astragalino anterior, el ligamento peroneo-astragalino posterior y el ligamento calcáneo-peroneo. Mientras que, cuando se produce un esguince por eversión, el ligamento afectado va a ser el deltoideo, que es más fuerte y menos propenso a lesionarse (97).

Los signos y síntomas varían conforme al grado de lesión. En el esguince de primer grado aparece dolor, ligera incapacidad para moverse, dolor a la palpación,

falta de laxitud y ausencia o leve hinchazón. En el esguince de segundo grado surge dolor, dolor a la palpación, pérdida de la capacidad funcional e hinchazón. Por último, en el tercer grado se presenta fuerte dolor, gran incapacidad para el movimiento, dolor a la palpación, pérdida de la capacidad funcional e hinchazón moderada o grave (97).

La tendinitis del tendón de Aquiles es un proceso degenerativo del tendón en el que aparece inflamación, sintomatología dolorosa y en ocasiones microrroturas. Esta patología es la más frecuente en personas de edad media, viéndose facilitada por la deshidratación. Asimismo esta lesión se suele deber al sobreuso de la estructura. De la misma forma se puede ver afectada por problemas biomecánicos en la carrera, mal apoyo plantar, calzado inadecuado, carga excesiva o una falta de flexibilidad en el tríceps sural (97).

El atleta siente de forma gradual el aumento de los síntomas, por lo que es común que sufra episodios de dolor y rigidez matutinos. Cuando el atleta comienza la carrera o se aplica calor disminuye la sintomatología. El dolor disminuye con el ejercicio y aumenta tras la realización de este. Al analizarse clínicamente el estado del tendón se observa un engrosamiento y una zona dolorosa a la palpación, entre 2 y 7 centímetros desde su inserción en el calcáneo (97).

2.3.5. Fisiopatología en la región del pie

Los atletas tienden a sufrir numerosas lesiones en la región del pie. Estas pueden ocasionar a su vez una alteración en la pisada y en el propio equilibrio, como podría suceder como consecuencia de una disfunción sacroilíaca. Entre las lesiones más habituales se encuentran la fascitis plantar, el neuroma de Morton o la fractura por estrés.

En el pie, entre todas las patologías más habituales, destaca **la fascitis plantar**. La fascia plantar es un compendio de tejidos que incluye músculos y tendones que se dirigen desde la cara plantar de los metatarsianos hasta la tuberosidad del calcáneo. Está sujeta a numerosas tensiones producidas por la carrera, por lo que es susceptible de provocar de forma crónica una irritación. Se observa una predisposición en aquellos deportistas con pie cavo o varo (98).

Entre los síntomas que caracterizan a esta lesión encontramos el dolor y la sensación de rigidez matinal, generados por la inflamación de la fascia próxima al calcáneo. En los casos leves el dolor solo se observa durante el inicio y tras la

finalización de la carrera, pero en una fase moderada esta sensación se presenta por la mañana al levantarse. En una fase más grave la sintomatología dolorosa se presenta de forma constante con cada paso que da el corredor que siente cómo esa molestia se irradia desde el talón hasta la planta del pie. Además presentan dolor a la palpación en la cara interna de la fascia plantar (98).

El **neuroma de Morton** es otra de las patologías más habituales en los corredores, caracterizado por una fibrosis e inflamación de los nervios digitales plantares, destacando el nervio que discurre entre el tercer y cuarto dedo. Este engrosamiento genera sintomatología dolorosa lacerante que empeora al caminar, al impacto con el terreno o al uso de calzado estrecho. Este aparece de forma repentina como un “dolor eléctrico” (95).

La **fractura por estrés** es también otra de las patologías más habituales en la práctica del atletismo. Se produce por la aparición de una pequeña fractura, habitualmente en los metatarsianos, debida al impacto repetido durante la carrera. Las fracturas más habituales son las que aparecen en el segundo metatarsiano, en el quinto metatarsiano, el astrágalo y el calcáneo. Se caracteriza por un fuerte dolor cuando el corredor realiza la carrera e impacta con el pie sobre el suelo. Además, esta sintomatología dolorosa puede surgir cuando camina si existe un gran proceso inflamatorio (97).

2.3.6. Fisiopatología osteopática: cadenas lesionales osteopáticas

Además de las lesiones ocasionadas durante la práctica deportiva, existen lesiones asociadas a cadenas musculares o cadenas lesionales. En osteopatía se interpreta que cuando una cadena muscular es solicitada en exceso, tiene posibilidad de generar un patrón postural o comportamiento funcional alterado en alguno de los segmentos que la forman, dando así lugar a una cadena lesional. Estas cadenas lesionales pueden provocar alteraciones en el atleta afectando a su apoyo plantar o a su pisada. Asimismo, la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior se puede encontrar asociada a una cadena lesional tanto ascendente como descendente, e incluso verse afectada por una disfunción en la cadena cervical-torácica-abdominal-pélvica (98).

2.3.6.1. *Cadenas lesionales descendentes*

En una lesión presente en una cadena lesional descendente la causa suele ser más craneal. En la mayoría de las ocasiones este tipo de lesiones se origina por un espasmo del sistema miofascial con el fin de mantener la homeostasis general. Dentro de este tipo de lesiones podemos encontrar las relacionadas con disfunciones osteopáticas vertebrales en anterioridad; en flexión, en rotación y en inclinación (FRS). Además este tipo de lesiones descendentes se podrían clasificar en: cadena lesional descendente anterior, cadena lesional descendente posterior y cadena lesional descendente lateral (3).

2.3.6.2. *Cadenas lesionales ascendentes*

En las lesiones que se presentan en una cadena lesional ascendente la causa se encontrará habitualmente más caudal, usualmente unida a problemas relacionados con la gravedad. El origen de las lesiones se suele encontrar en los pies o miembros inferiores, desde donde se desplaza la alteración en dirección craneal. Dentro de este tipo de cadenas lesionales encontramos las disfunciones osteopáticas en posterioridad; con extensión, rotación e inclinación homolaterales o contralaterales, dependiendo del segmento vertebral afectado (ERS) (6,7).

Cuando existe un problema articular o biomecánico en el pie, se suele producir una adaptación a nivel del raquis. Esta adaptación llega al raquis en principio a través de los cambios adaptativos que se provocan en la pelvis, puesto que la rodilla no es capaz de realizar las adaptaciones suficientes para equilibrar la disfunción (8).

Se entiende que cuando existe una adaptación reciente, a través de la corrección de la disfunción en el pie, la pelvis se corrige inmediatamente. En contraposición, cuando existe una lesión más antigua se deben tratar el pie y la pelvis para poder corregir las adaptaciones que hayan podido surgir en la zona lumbar y las hipermovilidades que hayan aparecido. Cabe destacar dentro de la cadena lesional ascendente la relación entre el astrágalo, el sacro y el occipital. La relevancia de estos tres huesos radica en que sus movimientos libres se producen en el eje anteroposterior, los cuales se pueden desplazar hacia delante (7).

Además, dentro de esta cadena lesional se suele observar que el hundimiento del escafoides con el cuboides (en un esguince, por ejemplo), produce una anteriorización del astrágalo. En consecuencia la pelvis se adapta haciendo que el sacro anteriorice la base sacra del lado homolateral y produciéndose un cambio

propioceptivo. Este cambio propioceptivo afectará al sistema miofascial generando que el occipucio homolateral se anteriorice. Todo esto conlleva la necesidad de corregir las disfunciones de anteriorización del astrágalo, del sacro y del occipital (8).

2.3.6.3. Cadena cérvico-toraco-abdomino-pélvica

Esta cadena se inicia en el hueso occipital y después se desplaza por el cuello, mediante la aponeurosis profunda pre-vertebral, las aponeurosis intra- y peri-faríngeas, hasta la caja torácica (5).

A nivel torácico la aponeurosis pre-vertebral se conecta con la fascia endocárdica. Esta fascia se une a los ligamentos vertebro-pericárdicos que a su vez conectan con los ligamentos esterno-pericárdicos, formando un saco fibroso pericárdico. Este saco se une al centro frénico gracias a los ligamentos freno-pericárdicos. A la misma vez, a nivel torácico, la aponeurosis pre-vertebral también continúa con la vaina visceral que se convierte en la vaina peri-esofágica, recogiendo vasos y la fascia que recubre el pulmón hasta el diafragma. Esta vaina visceral peri-esofágica se va a unir al ligamento esterno-pericárdico superior. Todo este compendio fascial, ligamentario y aponeurótico va a sostener el diafragma desde la base del cráneo hasta la columna cérvico-dorsal (3).

Posteriormente, esta cadena miofascial se continúa por los pilares del diafragma hasta las inserciones del psoas, de la aponeurosis del transversario del abdomen, de la fascia transversal y de los ligamentos costolumbares, ligamento de Henle y todos los arcos. A partir de ahí, siguiendo la fascia que recubre el psoas, se extiende lateralmente esta cadena hasta los miembros inferiores (4).

2.4. SINTOMATOLOGÍA DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA

La articulación sacroilíaca se encuentra sometida a un alto estrés biomecánico por su función, posición y ubicación. Además, esta articulación tiende a sufrir disfunciones debido a la variedad de fuerzas procedentes tanto del tronco como del miembro inferior. Habitualmente se establece como mecanismo lesional la combinación de la carga axial y una rotación extrema. La articulación sacroilíaca presenta gran cantidad de nociceptores a nivel de la cápsula articular, a nivel ligamentario, así como en la musculatura periarticular. Además, los problemas en la movilidad asociados a hipermovilidad o hipomovilidad pueden producir un

incorrecto funcionamiento biomecánico, que puede desembocar en una mala gestión articular de las fuerzas de compresión o cizallamiento. Esta mala gestión de las fuerzas puede provocar problemas a distancia como microtraumatismos periarticulares, alteraciones en el sistema ligamentario o en la musculatura periarticular (99).

La articulación sacroilíaca puede presentar sintomatología dolorosa originada tanto a nivel intraarticular como extraarticular. Ejemplos de alteraciones intraarticulares pueden ser los problemas de origen reumatológico como la espondilitis anquilosante o la artritis reumatoide, así como la infección intraarticular. Por otra parte a nivel extraarticular, el origen del dolor se puede encontrar en las fracturas, lesiones ligamentarias, entesopatías, disfunciones osteopáticas o por el acortamiento de la musculatura periarticular (100-103).

Existen diversos factores predisponentes para padecer dolor en la articulación sacroilíaca. Un factor que puede facilitar la aparición de dolor en esta articulación es la presencia de una disimetría en los miembros inferiores (104). Otro factor puede ser una alteración en la mecánica de la carrera (105). Asimismo la realización de ejercicio de alta intensidad durante un tiempo prolongado también puede predisponer a la articulación a padecer este tipo de lesiones (106). Además, se incluye la posible presencia de una alteración congénita previa como puede ser la escoliosis (107) o la fusión espinal con el hueso sacro (108).

Adicionalmente, el tratamiento quirúrgico de la columna vertebral lumbar puede ocasionar alteraciones en la articulación sacroilíaca que desemboquen en sintomatología dolorosa, como cambios en su biomecánica y una variación en la distribución de las presiones plantares.

Todos estos factores descritos anteriormente pueden producir que debiliten los ligamentos sacroilíacos, lo que generará una hipermovilidad sacroilíaca que a su vez se traduzca en síntomas de dolor. De la misma forma, la laxitud articular que aparece en el embarazo también puede causar dolor asociada a lumbalgia (109,110), debido al efecto que producen los aumentos en los niveles de estrógenos y relaxina (111). Asimismo, la inflamación de las articulaciones sacroilíacas derivada de una espondiloartropatía seronegativa y asociada a una proteína específica que se encuentra en la superficie de los glóbulos blancos, denominada antígeno leucocitario humano B,27 (HLA-B,27) puede producir sintomatología dolorosa (112).

Además existen otras causas que pueden desembocar en la aparición de dolor asociado a disfunción sacroilíaca. Entre estas causas se encuentran los accidentes de coche (113), las caídas (113), las lesiones deportivas relacionadas con una incorrecta ejecución de los ejercicios (114) y los levantamientos prolongados de peso con flexión de tronco (115). Igualmente, se consideran como posibles causas los efectos producidos por un estrés continuo y repetitivo en la articulación sacroilíaca, consecuencia de una mala higiene postural (116).

2.5. DIAGNÓSTICO DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA

El diagnóstico de la disfunción de la articulación sacroilíaca se presenta como un desafío, debido a la complejidad de la articulación y a no tener un patrón de referencia en lo que respecta al dolor que siente el corredor. Esta disfunción es una causa común de dolor y limitación de la movilidad en los atletas, como ya señalamos. Es importante por ello tener en consideración a este grupo poblacional, puesto que la carrera en ocasiones puede predisponerles a sufrir este tipo de patología (117).

Muchas veces una afección nerviosa en la inervación de la articulación sacroilíaca puede confundir su diagnóstico. Por lo tanto, una historia clínica y un buen examen diagnóstico pueden ser clave. Además, en este tipo de disfunción las pruebas diagnósticas por imagen no suelen ser de gran utilidad, aunque podrían servir para descartar otro tipo de patologías como una hernia discal, una fractura, una fisura o un edema óseo (117).

Se ha demostrado que la palpación del sacro para detectar dolor es una prueba muy sensible pero no específica. Otras pruebas como el "dedo Fortin", el empuje, la compresión, el test de Gaenslen o el de Patrick, tienen una baja sensibilidad, especificidad y fiabilidad entre examinadores, cuando se aplican de forma independiente. Sin embargo, la sensibilidad mediante el uso de al menos tres pruebas se incrementa entre un 80% y un 94%. Adicionalmente, la longitud de la pierna, así como un examen dinámico mediante la prueba de Trendelenburg para la marcha, pueden orientar al examinador (118).

Lo que se puede extraer de la evidencia revisada es que no hay una gran fiabilidad de los test diagnósticos para la articulación sacroilíaca, ya que los estudios no obtienen resultados significativos o no cumplen los criterios deseados para dar crédito a esas maniobras. En cambio, la prueba de Gillet obtiene un rango

de fiabilidad mayor que los obtenidos por otras pruebas para valorar la hipomovilidad en la articulación sacroilíaca (117).

2.5.1. Test de Gillet

El test de Gillet sirve para observar y evaluar las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca si esta muestra signos de hipomovilidad. El test se realiza posicionando al paciente en bipedestación, con el terapeuta detrás colocando el pulgar de la mano homolateral en la espina ilíaca posterosuperior y la mano contralateral en la base del sacro. Después se solicita al paciente que realice una flexión de cadera y rodilla, del mismo lado de la sacroilíaca a explorar, llevando la rodilla al pecho. En esa posición el terapeuta observa el deslizamiento del hueso ilíaco con respecto al hueso sacro. Una vez realizada la maniobra se cambia la posición de los pulgares para evaluar la articulación sacroilíaca contraria. Se considera un resultado positivo en la prueba cuando, al realizar la flexión de cadera junto con la flexión de rodilla, el terapeuta observa que el pulgar que se encuentra en la espina ilíaca posterosuperior no desciende o asciende con respecto al nivel en el que se sitúa el otro pulgar ubicado en el sacro. Sin embargo, se valora un resultado negativo en el test cuando al realizar la flexión de cadera y rodilla, el pulgar ubicado en la espina ilíaca posterosuperior homolateral desciende con respecto al otro pulgar situado en el hueso sacro (119).

2.5.2. Test de flexión anterior en bipedestación

El test de flexión anterior en bipedestación se utiliza para evaluar las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca. Para realizar este test se coloca al paciente en bipedestación sin calzado. El terapeuta se coloca detrás del paciente con la vista a la altura de las articulaciones sacroilíacas que va a explorar. Este coloca los pulgares sobre la parte inferior de las espinas ilíacas posterosuperiores, solicitando al paciente que realice una flexión de tronco. Al final de este movimiento, el terapeuta evalúa si alguna de las dos espinas ilíacas se desplaza más que la otra. En el caso de que una de las espinas ilíacas se desplace con un mayor ascenso que la otra, indica positivo en el test, siendo la articulación ipsilateral la que presenta hipomovilidad, por una probable disfunción sacroilíaca. El principal inconveniente al realizar este test reside en que en el caso de que

existiera una hipomovilidad bilateral, no quedaría patente con el test realizado, puesto que ambas espinas ilíacas posterosuperiores ascenderían (120).

2.5.3. Test de flexión anterior en sedestación

El test de flexión anterior en sedestación se utiliza al igual que los anteriores test para evaluar las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca, siendo originadas por una disfunción, que a través del test muestra signos de hipomovilidad. Para realizar este test se sitúa al paciente en sedestación en la camilla con los pies apoyados en el suelo y con una ligera abducción de cadera. El terapeuta se coloca detrás del paciente con la vista a la altura de las articulaciones sacroilíacas que va a explorar, con los pulgares sobre la parte inferior de las espinas ilíacas posterosuperiores. Entonces le solicita al paciente que realice una flexión de tronco, tras la cual observa si alguna de las dos espinas ilíacas se desplaza más que la otra. En el caso de que una de las espinas ilíacas se desplace con un mayor ascenso que la otra es indicativo de la existencia de hipomovilidad por una probable disfunción sacroilíaca, resultando el test positivo. El principal inconveniente de este test, al igual que con el test de flexión anterior en bipedestación, se encuentra en que puede existir una hipomovilidad bilateral que no quedaría patente con el test realizado, puesto que ambas espinas ilíacas posterosuperiores ascenderían simultáneamente (120,121).

2.5.4. Test de Downing

El test de Downing se utiliza para determinar si existe una disfunción sacroilíaca por ilíaco anterior o posterior. Además, sirve para evidenciar la diferencia entre el déficit total o parcial de movilidad del hueso ilíaco con respecto al sacro. Este test se divide en dos partes, una inicial de alargamiento y otra posterior de acortamiento, en la que se miden los maléolos para observar si se alarga o se acorta el miembro inferior homolateral de la sacroilíaca a examinar (113).

Para realizar la fase del test de Downing de alargamiento, se coloca al paciente en decúbito supino con el cuerpo relajado. En primer lugar, el terapeuta valora la altura a la que se encuentra el maléolo tibial del miembro inferior de la articulación sacroilíaca a examinar con respecto al contralateral. Después de forma pasiva, el terapeuta lleva el miembro inferior a flexión, aducción y rotación interna

de cadera hasta donde permite la articulación; manteniendo esta postura durante 10 o 12 segundos. Una vez terminado ese tiempo el terapeuta vuelve a colocar el miembro inferior en su posición original, de forma pasiva y valorando si se ha alargado la pierna, comparando el maléolo ipsilateral con el contralateral. Una vez realizado el test se le solicita al paciente que flexione las dos rodillas, apoyando los pies sobre la camilla, levante la pelvis, la vuelva a apoyar y estire las piernas, relajando el cuerpo para volver a la posición inicial (120).

Para realizar el test de acortamiento, el paciente se coloca también en supino y el terapeuta valora la posición de los maléolos con la pelvis y lleva el miembro inferior de la articulación sacroilíaca a valorar a flexión, abducción y rotación interna máxima de cadera, manteniendo esa postura unos 10 a 12 segundos. Después se vuelve a la posición inicial de forma pasiva, donde se compara la altura de los maléolos tibiales (120).

Si tras estas dos maniobras el miembro inferior se alarga, pero no se acorta, indicaría la presencia de un ilíaco anterior uni- o bilateral. Sin embargo, un acortamiento, pero no alargamiento del miembro inferior, significaría un ilíaco posterior. Si después de las maniobras de alargamiento o de acortamiento el miembro inferior se alargara o acortara respecto al contralateral, significaría que la articulación sacroilíaca no presenta disfunción (120).

2.5.5. Test de las espinas ilíacas anterosuperiores

El test consiste en observar si existe algún tipo de asimetría con respecto a la altura de las espinas ilíacas anterosuperiores para determinar el tipo de disfunción que puede existir en la articulación sacroilíaca ipsilateral (118).

Si se ha realizado un test de flexión anterior en bipedestación o en sedestación y ha resultado positivo en una de las dos articulaciones sacroilíacas, se coloca al paciente en decúbito supino en la camilla y se le solicita que se relaje. Una vez ahí, se examina la altura a la que se encuentran las espinas ilíacas anterosuperiores comparando la valorada con su contralateral. Si la espina ilíaca anterosuperior positiva en los anteriores test se encuentra superior significará que existe una disfunción por ilíaco posterior. Si por el contrario se encuentra inferior, indicará que existe una disfunción por ilíaco anterior (118).

2.6. TRATAMIENTO OSTEOPÁTICO DE LA DISFUNCIÓN SACROILÍACA

2.6.1. Técnicas osteopáticas

La osteopatía presenta un amplio abanico de técnicas manuales para solucionar las disfunciones de las distintas estructuras presentes en el cuerpo humano. Estas se pueden clasificar en técnicas estructurales, funcionales, neuromusculares y técnicas viscerales. Las técnicas viscerales son una herramienta válida para tratar aquellas lesiones osteopáticas propias de las vísceras, que no son consideradas de manera diferente a una articulación, pero que sí manifiestan en numerosas ocasiones sintomatología a distancia o referida. La disfunción sacroilíaca habitualmente se trata en la práctica clínica mediante la aplicación de una técnica estructural, una técnica neuromuscular o una técnica funcional (120).

2.6.1.1. Técnicas osteopáticas estructurales

Las técnicas osteopáticas estructurales son aquellas que buscan solucionar una disfunción articular mediante la aplicación, por parte del osteópata, de un movimiento en contra de la limitación de movilidad, siendo la disfunción el origen de la limitación. Por ello, una vez superada esa barrera de movilidad, la disfunción se corrige (5).

- Técnicas rítmicas

En este tipo de técnicas el control del ritmo de aplicación, así como las repeticiones, son fundamentales puesto que van a generar un estímulo propioceptivo que producirá una inhibición por medio de los receptores tendinosos de Golgi. Dentro de estas técnicas encontramos las técnicas de energía muscular (2).

Las técnicas de energía muscular se aplican para aumentar el rango articular o movilizar una articulación en el sentido de la corrección de la disfunción. Estas técnicas utilizan las contracciones isométricas. Es decir, el paciente realiza un empuje en dirección opuesta a la resistencia que le opone el terapeuta con la misma intensidad de fuerza para que haya ausencia de movimiento. La fuerza que se aplica debe ser leve y sin que produzca incomodidad al paciente (2).

La contracción se mantiene durante un periodo de tres a cinco segundos, tras los que se pide al paciente que cese lentamente su contracción, al mismo tiempo

que el terapeuta avanza en la dirección en la que quiere aumentar la movilidad articular. Se practican tres o cuatro contracciones tras las cuales el terapeuta gana movilidad a la misma vez que incrementa la flexibilidad muscular (7).

En cada contracción se produce una estimulación de los receptores de Golgi, que inhiben las motoneuronas alfa y gamma; además, en cada nueva fase de movimiento por parte del terapeuta el huso neuromuscular es elongado de forma que puede alcanzar su longitud óptima (8).

Esta técnica se aplica siguiendo la inhibición recíproca de Sherrington, en la cual el trabajo del músculo agonista provoca la inhibición del antagonista, siendo esta técnica completada por una técnica directa de inhibición sobre el músculo con espasmo (6)

- Técnicas con manipulación

Estas técnicas se aplican paralela o perpendicularmente al plano articular en una de las direcciones contra la barrera de la articulación lesionada o con presencia de disfunción. La reacción de las defensas fisiológicas articulares y la brusca separación de las superficies articulares ocasiona en el sistema nervioso una inhibición sensitiva local, consiguiendo de esta forma que el músculo que estaba hipertónico por la actividad nerviosa vuelva al tono muscular normal (7).

Tras la manipulación se consiguen liberar adherencias, ganar movilidad articular, normalizar el sistema vascular local, así como generar un reflejo aferente. Así mismo, tras la manipulación se estimulan los receptores de Pacini. La información sensitiva camina por las fibras aferentes hasta el cuerno posterior de la médula espinal (5). Cuando la médula espinal recibe el estímulo de la manipulación, gracias a los estímulos en los receptores de Pacini, se produce una inhibición de las motoneuronas alfa y gamma, lo que a su vez provoca una inhibición del espasmo muscular que mantiene la disfunción articular (8).

Las técnicas pueden ser indirectas, directas o semidirectas. Las técnicas indirectas se realizan con una puesta en tensión y manipulación a través de la ayuda de las palancas superior e inferior del segmento a manipular. En cambio, las técnicas directas se aplican en contacto con el segmento a manipular en la dirección de la corrección de la disfunción. Respecto a las técnicas semidirectas, son una combinación de las dos anteriores, es decir, el terapeuta realiza el impulso con una mano en el segmento a manipular y con la otra mano la aplica en una palanca superior o inferior (6).

Estas técnicas manipulativas presentan algunas contraindicaciones (120):

- Óseas: osteoporosis, fracturas, pseudoartrosis, reumatismo infeccioso, cáncer, raquitismo, anomalía congénita.
- Cánceres viscerales, para evitar reacciones adversas o la posible existencia de metástasis.
- Falta de integridad de los elementos articulares: distensión muscular grave, rotura de la cápsula articular, insuficiencia ligamentaria.
- Rechazo del paciente: miedo a la manipulación, resistencia, espasmo.
- Nerviosas: compresión medular, hernia discal muy avanzada, neuroapraxia, neuromas, tumores, anomalías congénitas.
- Vasculares: situaciones en las que alguna vena o arteria pueda estar comprometida, como puede ser la arteria cervical.

2.6.1.2. *Técnicas osteopáticas funcionales*

Estas técnicas buscan la reducción del espasmo muscular mediante el acercamiento de las inserciones del músculo acortado. Se realizan en el sentido de la lesión, opuesto a la barrera motriz en el que permite el movimiento, hasta el punto neutro de la movilidad y se mantiene esta posición de equilibrio tridimensional hasta la liberación total de los elementos periarticulares. Para obtener un resultado óptimo de la maniobra se recomienda que al final del tratamiento se lleve de forma lenta y pasiva el segmento a la posición neutra con el fin de no reactivar la hiperactividad gamma del huso neuromuscular. De esta forma desciende la alteración existente entre las fibras intrafusales y el sistema nervioso central, disminuyendo la actividad gamma y ocasionando un descenso del tono muscular (5).

2.6.1.3. *Técnicas osteopáticas neuromusculares*

Las técnicas osteopáticas neuromusculares buscan restaurar el equilibrio y el tono muscular, así como recuperar la normalidad trófica, a través del cambio de su cuadro histológico y fisiológico. También tienen como objetivo aumentar el tono muscular de forma natural gracias al tratamiento reflejo así como mejorar el drenaje sanguíneo y linfático a través de los depósitos adiposos (6). Ejemplos de técnicas osteopáticas neuromusculares son los trazos lentos sobre la musculatura a tratar, el palpado rodado, las vibraciones sobre músculos con espasmo y percusiones sobre segmentos con disfunción articular (7).

La osteopatía presenta un gran abanico de técnicas para el tratamiento de distintas patologías, basándose en la corrección de disfunciones osteopáticas. Estas técnicas citadas anteriormente recogen un claro ejemplo de su riqueza terapéutica, y permiten al osteópata o al fisioterapeuta utilizar aquella que encuentre más conveniente dependiendo de la patología a tratar como en el caso de la disfunción sacroilíaca.

2.6.2. Tratamiento de la disfunción sacroilíaca

Dentro del arsenal terapéutico que presenta la terapia manual encontramos las movilizaciones pasivas, las movilizaciones activo-asistidas y las movilizaciones activas. Las técnicas pasivas incluyen las movilizaciones articulares de baja velocidad, que pueden ser repetidas, y las manipulaciones con impulso (121-123). Estas últimas son las más utilizadas por los osteópatas ya que generan una reacción en cadena de efectos a nivel biomecánico, fisiológico y neural (123,124).

Dentro de las movilizaciones pasivas se encuentran las técnicas articulatorias para la articulación sacroilíaca. El paciente se sitúa en posición de decúbito lateral con el miembro superior en flexión de cadera y rodilla, mientras el miembro inferior se encuentra con la rodilla en extensión. El terapeuta se encuentra en finta doble, con la rodilla del paciente entre el muslo y la pelvis. A la misma vez, el osteópata toma con la mano craneal la espina ilíaca posterosuperior rodeando la cresta ilíaca, al mismo tiempo que con la mano caudal coloca la mano sobre el isquion y extendiendo los dedos por debajo de la espina ilíaca posterosuperior. En esta posición el terapeuta con sus manos realiza los movimientos de rotación anterior y rotación posterior según la disfunción, incidiendo en la dirección de la corrección (123).

La técnica de thrust es una manipulación con impulso que se realiza con el fin de corregir una disfunción, habitualmente ocasionada por una falta de movilidad articular. El terapeuta coloca la articulación en el máximo rango de movilidad, ya sea de flexión, extensión, rotación y/o inclinación, que permite a causa de la disfunción. Una vez ahí el terapeuta solicita al paciente que se relaje. Manteniendo la tensión en dirección al máximo rango articular permitido y corrección de la disfunción, el terapeuta realiza un movimiento explosivo y controlado con el fin de superar ese tope, corrigiendo así la disfunción. Esta maniobra se recomienda realizarla en fase espiratoria por parte del paciente, para

facilitar la relajación y la movilidad del segmento a manipular. En el caso de la articulación sacroilíaca, se puede utilizar para tratar una disfunción tanto del ilíaco como del sacro (125,126).

La técnica de energía muscular, también conocida como técnica de Mitchell es una técnica de movilización articular activo-asistida, que busca corregir una disfunción mediante el mantenimiento de una contracción isométrica sin presencia de movimiento. En primer lugar, el terapeuta coloca la articulación en el límite de movilidad que permite la disfunción. Una vez ahí, se solicita una contracción isométrica contrarresistencia al paciente. La contracción que realiza el paciente debe ser de baja intensidad, pero lo suficientemente intensa para que de esta forma se libere la disfunción de la articulación. Tras la contracción isométrica, que dura unos pocos segundos, habrá una relajación muscular y el terapeuta gana rango articular hasta encontrar una nueva barrera de movimiento. En este nuevo tope se vuelve a solicitar al paciente que realice otra contracción sostenida contrarresistencia unos segundos. Pasados estos segundos se vuelve a ganar rango articular. De esta forma el paciente, con la ayuda del terapeuta, aumenta la amplitud articular y corrige la disfunción. Esta técnica requiere una estimulación de baja intensidad frente a la alta intensidad que requiere una técnica de impulso como es la técnica de thrust. En el caso de la articulación sacroilíaca, se puede utilizar para tratar una disfunción tanto del ilíaco como del sacro (127-129).

2.7. LA POSTURA, LA ESTABILIDAD Y EL EQUILIBRIO DEL CUERPO HUMANO

La postura se encuentra íntimamente relacionada con el equilibrio y la estabilidad, así como puede verse influida por el apoyo plantar. Distintos autores han estudiado cómo las técnicas de thrust para la articulación sacroilíaca pueden producir cambios en la postura y en el apoyo plantar. De la misma forma, la postura es muy importante para el correcto desarrollo de la carrera en los atletas. Por todo esto, se deben tener en cuenta los distintos factores que influyen en el control postural, así como su relación con el equilibrio y/o la estabilidad.

El cuerpo humano se encuentra sujeto a diversos factores que comprometen su equilibrio y estabilidad, al igual que las fuerzas que soporta para mantenerse en bipedestación o sedestación. El peso del cuerpo se transmite hasta la pelvis a través de las articulaciones intervertebrales de L5-S1. Desde este punto, en condiciones

normales, se traslada el 50% al sacro y el resto a los ilíacos a través de la articulación sacroilíaca, que lo desplazará hacia las articulaciones coxofemorales. En posición estática el peso corporal se proyecta a cada miembro inferior por igual. Sin embargo, se debe tener en cuenta que cualquier disfunción sacroilíaca va a generar una alteración, como puede ser una actitud similar a una pierna corta o larga dependiendo de la disfunción, provocando así una distribución asimétrica del peso que soporta cada miembro inferior, entre otras posibles variaciones en su biomecánica (130).

2.7.1. La postura

Para ciertos autores la postura ideal sería aquella en la que, situándose la persona en bipedestación y de perfil, si se trazara una línea desde el canal auditivo hasta el suelo, se situaran las siguientes referencias anatómicas: conducto auditivo externo, cóndilo occipital, cuerpos vertebrales cervicales medios, articulación glenohumeral, 3ª vértebra lumbar, trocánter mayor, cóndilo externo femoral, finalizando delante de la articulación tibio-tarsiana (133). La postura es un concepto estudiado desde diversos campos y perspectivas, siendo objeto de numerosos estudios dentro de diferentes disciplinas, en los que se ha buscado dar un significado a la posición que el cuerpo humano adopta cuando se encuentra en bipedestación, en sedestación o en otras posiciones corporales (134).

Podemos caracterizar la postura por dos grandes propiedades: la orientación y la estabilización. La orientación postural se puede definir como “la habilidad de mantener una apropiada relación entre los segmentos del cuerpo, así como entre el cuerpo y el entorno. Todo ello con el fin de poder realizar sus actividades de la vida diaria, en las cuales se utilizan múltiples referencias sensoriales como la gravedad, la propiocepción, la visión...” (135).

Por otra parte, existen numerosos autores que utilizan sus propias referencias para establecer qué estructuras deben estar dentro de la línea imaginaria de gravedad, yendo más allá del principio de mantener el centro de masa corporal dentro de la base de sustentación (136). Sin embargo, otros autores afirman que estas referencias no deben ser tomadas como absolutas, puesto que la mayoría de las personas presentan alguna alteración postural (137). En lo que coinciden los expertos es que la postura exige en todo momento una adecuada distribución del tono muscular para la cual el cuerpo humano se sirve de múltiples

informaciones sensoriales (propioceptivas, exteroceptivas plantares, vestibulares o laberínticas y visuales). Todas ellas no solo se encuentran en función del entorno, también de los propios movimientos voluntarios o involuntarios que realiza el cuerpo (138).

2.7.2. El control postural

Los seres humanos se encuentran continuamente sometidos a numerosos estímulos y situaciones que pueden alterar su equilibrio, estando en bipedestación o en cualquier otra postura. Para dar una interpretación correcta a esta circunstancia, se han ideado una gran variedad de abordajes para conseguir un adecuado funcionamiento corporal. Todo ello siguiendo las características fisiológicas del ser humano. La información que recibe el sujeto sobre el entorno, así como la posición del sujeto en sí, dependen de las funciones coordinadas de los sistemas visual, somatosensorial y vestibular (131).

El control postural se consigue mediante la regulación del aparato locomotor por parte del sistema nervioso. Para conseguir esta regulación se exige de la producción y coordinación del conjunto de fuerzas que permiten controlar la posición del cuerpo en el espacio, que son la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural. El tono muscular es la fuerza que utiliza el músculo para resistir su estiramiento y que es necesaria para mantener una respuesta frente a la gravedad. El tono postural es la actividad muscular que mantienen los músculos gravitatorios, que son los principales encargados de mantener el cuerpo en posición vertical durante la bipedestación (132,133). El peso del cuerpo se transmite hasta la pelvis a través de las articulaciones intervertebrales de L5-S1. Desde este punto, en condiciones normales, se traslada el 50% del peso corporal al sacro y el resto a los ilíacos a través de la articulación sacroilíaca, que lo desplazará hacia las articulaciones coxofemorales. El peso que se dirige a la articulación coxofemoral se transmite al fémur, donde se genera un encuentro de fuerzas: la fuerza de la gravedad del peso corporal con la fuerza resultante contraria desde el suelo, de carácter ascendente. Este encuentro de fuerzas opuestas se anula o se reduce a cero en la articulación de la sínfisis púbica (43).

En cualquier postura, el peso corporal se proyecta a cada miembro inferior de forma equitativa. Esta circunstancia puede alterarse si existe una alteración anatómica o una disfunción. Una disfunción que produzca una pierna falsa

anatómica, visualmente más corta o larga, a consecuencia de un problema sacroilíaco puede afectar a este equilibrio dando lugar a un aumento de carga en uno de los miembros inferiores. De la misma forma, una alteración anatómica, como puede ser un fémur más corto o una tibia más corta, podría ocasionar un aumento de carga en el miembro inferior homolateral. Además, las alteraciones en la distribución del peso pueden producirse a consecuencia de una disfunción o problema congénito en la columna vertebral como una escoliosis. Una alteración en la distribución del peso tiene consecuencias a nivel superior e inferior de la pelvis. Se estima que el principal hueso que recibe estas variaciones de presión en el miembro inferior es el astrágalo. Una vez el astrágalo recibe esta presión la distribuye hacia ambos apoyos plantares (42).

El control postural se encuentra sujeto a la actividad y al tono muscular que presente el sujeto. Una alteración en la activación muscular puede desembocar en una incorrecta alineación. Además, un mal funcionamiento del control motor puede producir también un inadecuado control de la postura o del equilibrio. Dentro de estos problemas de actividad y control motor, adicionalmente se puede incorporar la fatiga, que puede provocar un aumento de tensión en las estructuras ligamentosas, consecuencia de una incapacidad de las fibras musculares por mantener la adecuada postura (139-141).

2.7.3. La estabilidad y el equilibrio

El equilibrio se obtiene mediante la proyección al suelo del centro de gravedad en el interior de la superficie de apoyo o base de sustentación, siendo en bipedestación el polígono en el que se incluyen ambos pies (142). Con el fin de reducir al mínimo el efecto de la gravedad, así como el gasto energético, en el equilibrio en bipedestación el cuerpo humano se mantiene alineado consiguiendo que la línea vertical de la gravedad en el plano sagital pase por el centro de la zona mastoidea y un poco por delante de las articulaciones del hombro, la cabeza y el tobillo (143). Para conseguir el equilibrio cuando se realizan distintos movimientos del tronco o de las extremidades se precisa que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad en el interior de la nueva base de sustentación que se quiere utilizar (144).

La orden central para la realización de un movimiento voluntario de una parte del cuerpo se puede asociar a una orden simultánea de acción anticipatoria que prevé la perturbación postural esperada. Pese a que los elementos básicos del control postural son innatos, se puede conseguir una modificación en ellos de forma notable gracias al aprendizaje. Si bien los ajustes que existen ante las alteraciones no esperadas son dependientes de la retroacción. Estos ajustes pueden considerarse rápidos y sencillos, como el reflejo miotático, y son el resultado de complejas reacciones motoras que se van integrando y que se liberan como un todo. La magnitud y el tiempo que necesitan están relacionados con el contexto en el que se encuentren, así como con el movimiento realizado (145).

La organización central del control del equilibrio se basa en los siguientes elementos diferenciados (146-148):

- El valor de referencia estabilizado. Se trata del lugar de proyección al suelo del centro de gravedad en condiciones estáticas.
- Las señales detectoras de error. Es la información aferente procedente de los sistemas laberíntico, visual, propioceptivo y cutáneo; teniendo en cuenta los desequilibrios propios.
- El esquema corporal. Es el encargado de informar de la situación u orientación del cuerpo con respecto a la vertical gravitatoria (los receptores vestibulares y graviceptores somáticos) sobre la posición de los segmentos corporales, unos con respecto a los otros (aferencias de los husos musculares) y sobre las propiedades dinámicas (principalmente las condiciones de apoyo).
- Las reacciones posturales. Son las encargadas de mantener la posición de referencia y se organizan a partir de los mensajes de error mediante dos tipos de bucles: uno que será continuo ante los cambios lentos de posición y uno discontinuo fásico que asegura una rápida corrección de la postura.

Para conseguir este control postural se producen las sinergias musculares, que son el conjunto de músculos que se contraen como una unidad para llevar a cabo una acción o función. Estas se observan cuando ocurren las reacciones posturales con tres posibles orígenes (149):

- Las sinergias denominadas fijas se encuentran organizadas mediante las redes nerviosas, ya determinadas genéticamente.

- Las sinergias consideradas flexibles son aquellas que se encuentran organizadas mediante redes nerviosas construidas a través del aprendizaje.
- Las sinergias llamadas “computacionales” se obtienen de la operación de redes que calculan en cada instante el estado del sistema interno y el estado del mundo exterior.

El control postural adaptativo se aprende durante la locomoción, de manera que muchos de los componentes posturales se exponen a un estímulo de tipo adaptativo, aprendiendo de esta forma un determinado esquema postural (149).

2.7.4. Factores que influyen en el control postural

El control postural se organiza de forma segmentaria por medio de actividades reflejas y frecuentemente inconscientes; siguiendo de esta forma una regulación de la posición de la cabeza sobre el cuello, de los segmentos del raquis entre sí, así como de las extremidades entre sí y su relación con el tronco (150). Con respecto al control de la cabeza, se puede mantener su estabilidad gracias a los puntos de referencia y los sensores siguiendo el eje de la mirada, la vertical gravitatoria o con relación al eje vertical del tronco. Unida a esta organización segmentaria existe una coordinación intersegmentaria responsable del mantenimiento general del equilibrio, como se observa en la figura 10, donde se relaciona la mirada con la posición del tronco y la cabeza respecto a la gravedad (150).

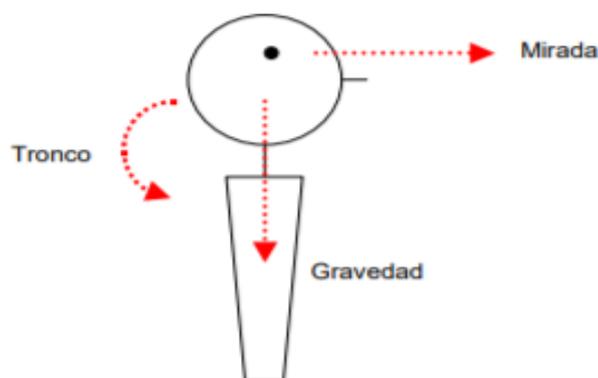


Figura 10. Control postural de la cabeza a través de la coordinación intersegmentaria (150).

Se debe destacar que existen variaciones personales cuando se utiliza un determinado marco de referencia o una estrategia intersegmental, siendo esta una concreta información aferente (150).

2.7.4.1. *Centros de control postural del sistema nervioso central*

En el control postural intervienen distintas regiones del sistema nervioso central como son los ganglios de la base y el centro cerebral, que son los responsables de realizar los ajustes posturales actuando de forma anticipada y en bucle en la retroacción (151). Las estructuras hemisféricas se encargan de fijar el sistema de referencia egocéntrico y de elaborar la respuesta motora (151). El cerebelo asume regular el movimiento a nivel de las sinergias musculares. Asimismo, este centro tiene un papel clave en la adquisición y aprendizaje de los movimientos (151).

2.7.4.2. *Aferencias periféricas*

El control postural también depende de un conjunto de entradas o aferencias compuestas por la información que le llega al cuerpo tanto del exterior como del interior. Dentro de estas señales informativas incluimos las aferencias propioceptivas (articulares y musculares), así como las cutáneas, vestibulares y visuales (152).

- Aferencias periféricas musculares

Las aferencias periféricas musculares se encuentran controladas por los husos neuromusculares, los cuales incluyen una terminación primaria unida a una fibra de Tipo Ia, que posee mayor sensibilidad al estiramiento pasivo del músculo. También presentan un número variable de terminaciones secundarias unidas a fibras Tipo IIa, cuyo umbral es más elevado y tienen mayor sensibilidad a la posición (152).

- Aferencias periféricas cutáneas

A nivel cutáneo existe un número muy heterogéneo de receptores y de fibras nerviosas aferentes. Entre los distintos tipos podemos encontrar mecanorreceptores, que detectan presión y vibración, con una inervación compuesta por fibras nerviosas con una velocidad de conducción rápida; así como

de nociceptores encargados de sentir el dolor y cuyas fibras son de velocidad de conducción más lenta (140).

- Aferencias periféricas articulares

Existen a su vez aferencias pertenecientes a los receptores articulares como pueden ser los corpúsculos de Ruffini y los corpúsculos de Pacini, que se localizan en las cápsulas articulares y son sensibles a los cambios de presión y tensión capsular (141).

- Aferencias periféricas vestibulares

Se incluyen también las aferencias vestibulares originadas por el sistema vestibular que se sitúa en el oído interno e incluye como receptores a los otolitos, que determinan la posición y la aceleración lineal de la cabeza. Además, se encuentran recogidos dentro del sistema vestibular los canales semicirculares que también envían aferencias informando acerca de la rotación y la aceleración angular de la cabeza (142).

Estas aferencias recogidas por los otolitos y los canales semicirculares se unen en los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo y el cerebelo, donde convergen con la información visual. Los núcleos vestibulares envían información a los reflejos vestíbulo-oculares cuando se realizan las rotaciones de la cabeza para que se pueda estabilizar el entorno visual. Además, estos núcleos dan información a los reflejos vestíbulo-cervicales que se encargan del tono muscular, y de los movimientos de la cabeza y de las extremidades cuando sienten desequilibrio (152).

- Aferencias periféricas visuales

El sistema visual contribuye aportando información sobre la orientación espacial así como de la percepción de locomoción. La información visual de mayor relevancia es aquella que nos transmite datos acerca de la estructura tridimensional del entorno, para lo cual es de gran importancia la iluminación del mismo, la complejidad de sus componentes y la adaptación (140). La estimulación visual puede ser foveal y voluntaria (seguimiento lento) o retiniana, al igual que podría ser no voluntaria (sistema optocinético). Los dos sistemas discurren por diferentes vías con el fin último de estabilizar la mirada. Cuando se producen variaciones en el entorno visual estas pueden provocar alteraciones en el equilibrio y caídas en

pacientes con patología vestibular previa. Asimismo, los síntomas de estrabismo por sí mismos pueden desencadenar alteraciones en el equilibrio (152).

2.7.5. Factores que influyen en la estabilidad

Los factores que influyen en la estabilidad pueden ser la línea de gravedad dentro del punto de apoyo, la masa del cuerpo humano, la altura del centro de gravedad, el tamaño del cuerpo y tipo de punto de apoyo, la segmentación y/o los factores mentales.

2.7.5.1. *La línea de gravedad dentro del punto de apoyo*

Se trata de una línea vertical que proyecta el centro de gravedad. Esta se encuentra atravesando el cuerpo desde la segunda vértebra sacra y llega hasta el vértex craneal. Para que exista estabilidad esta línea debe situarse dentro del punto de apoyo del ser humano ya que, si se desplaza fuera de este y no se corrige, se pierde la estabilidad (152).

2.7.5.2. *La masa del cuerpo humano*

La masa es directamente proporcional a la estabilidad, es decir, cuanta mayor masa presente la persona, mayor será la facilidad de obtener estabilidad (139).

2.7.5.3. *La altura del centro de gravedad*

La altura es inversamente proporcional a la estabilidad, ya que un centro de gravedad más alto presentará mayor dificultad para mantener la estabilidad (152).

2.7.5.4. *El tamaño del cuerpo y tipo de punto de apoyo*

El tamaño del punto de apoyo o de la superficie del apoyo es directamente proporcional a la estabilidad, es decir, cuanta mayor superficie más fácil es para el cuerpo humano mantener la estabilidad (140).

2.7.5.5. *La segmentación*

Dependiendo del número de partes o segmentos que presente un cuerpo mayor será la dificultad para mantener la estabilidad, así como la alineación que estos segmentos ofrezcan. En el caso del cuerpo humano, lo ideal es que sus

segmentos se encuentren lo más alineados posibles para facilitar la estabilidad (152).

2.7.5.6. *Los factores mentales*

Los factores mentales pueden crear discrepancias entre lo que siente el sujeto y lo que piensa que sucede. A su vez estas discrepancias pueden suscitar alteraciones en la estabilidad, como puede ser la demencia senil, o el estrés, entre otros aspectos mentales o psicológicos (141).

2.8. EVALUACIÓN BAROPODOMÉTRICA

El pie humano es la base de apoyo y propulsión para la marcha. Este es el encargado de proporcionar soporte y flexibilidad para una efectiva transferencia del peso. Una inadecuada biomecánica puede afectar al mantenimiento de la postura o una incorrecta distribución de las presiones plantares. Además, una gran variación en la presión plantar puede ser un factor causal de varias patologías o deformidades que afecten tanto al mismo pie como al resto del cuerpo. Es por esto que el análisis de las presiones del pie resulta de gran valor para la prevención de patologías, o el tratamiento de desequilibrios posturales y algias en el propio pie. Por esta razón, es relevante estudiar las variaciones que se originan tras la aplicación de técnicas de osteopatía en los atletas, ya que estos dependen en gran medida de sus capacidades físicas y estas podrían incrementar su bienestar y rendimiento. Asimismo, el estudio a través de baropodometría en el deporte puede ser muy interesante en la prevención de lesiones, que podrían producirse por un déficit de acondicionamiento físico (34).

El término baropodometría procede del griego “baros” (peso); “podos” (pie); y “metron” (medida). El análisis baropodométrico sirve al profesional para poder evaluar posibles disfunciones en el pie. El principio de esta herramienta es visualizar la presión que ejerce la planta del pie sobre la superficie, indicando si existe un mal apoyo y una posible disfunción. Además la plataforma, a través del análisis informático aporta información acerca del porcentaje de peso que está soportando cada pie, con el fin de detectar asimetrías en la distribución del peso causadas por una posible disfunción (35).

En la fase estática el baropodómetro registra la imagen de las huellas plantares, se define la ubicación del baricentro, de la misma forma que marca los

puntos máximos de presión en cada miembro inferior. Mediante el análisis se permite valorar la distribución de cargas del pie dividido en antepié y retropié. La figura 11 muestra una baropodometría estática de una pisada real (36).

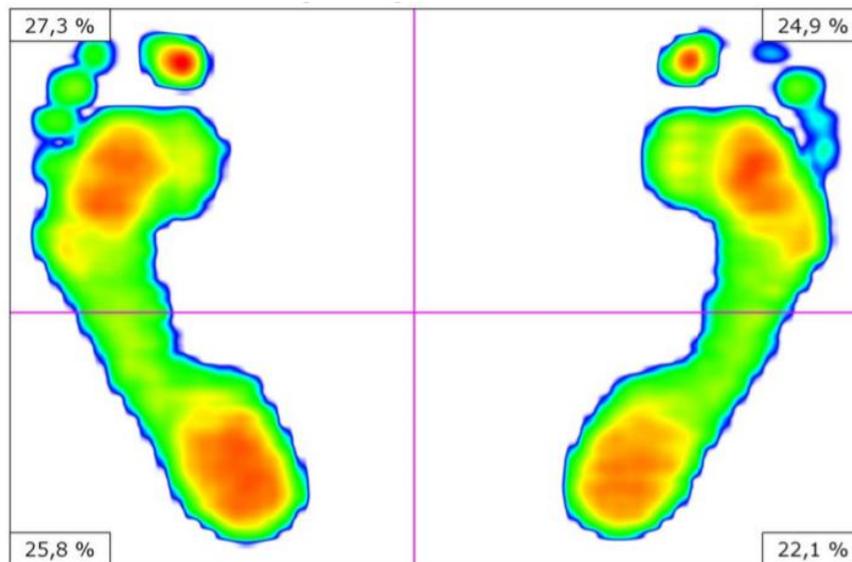


Figura 11. Imagen del resultado obtenido por la plataforma de presiones en el estudio estático de la pisada de un sujeto del estudio.

En la fase dinámica el baropodómetro registra, durante un margen de tiempo determinado previamente por el examinador, las presiones plantares y el movimiento del baricentro o centro de cargas. De esta forma el examinador obtiene información acerca de la oscilación de la persona ya sea en un sentido anterior, posterior o lateral. A continuación, en la figura 12, se muestra cómo la plataforma baropodométrica registra el centro de presiones y determina, basándose en los ejes X e Y, la oscilación del sujeto.

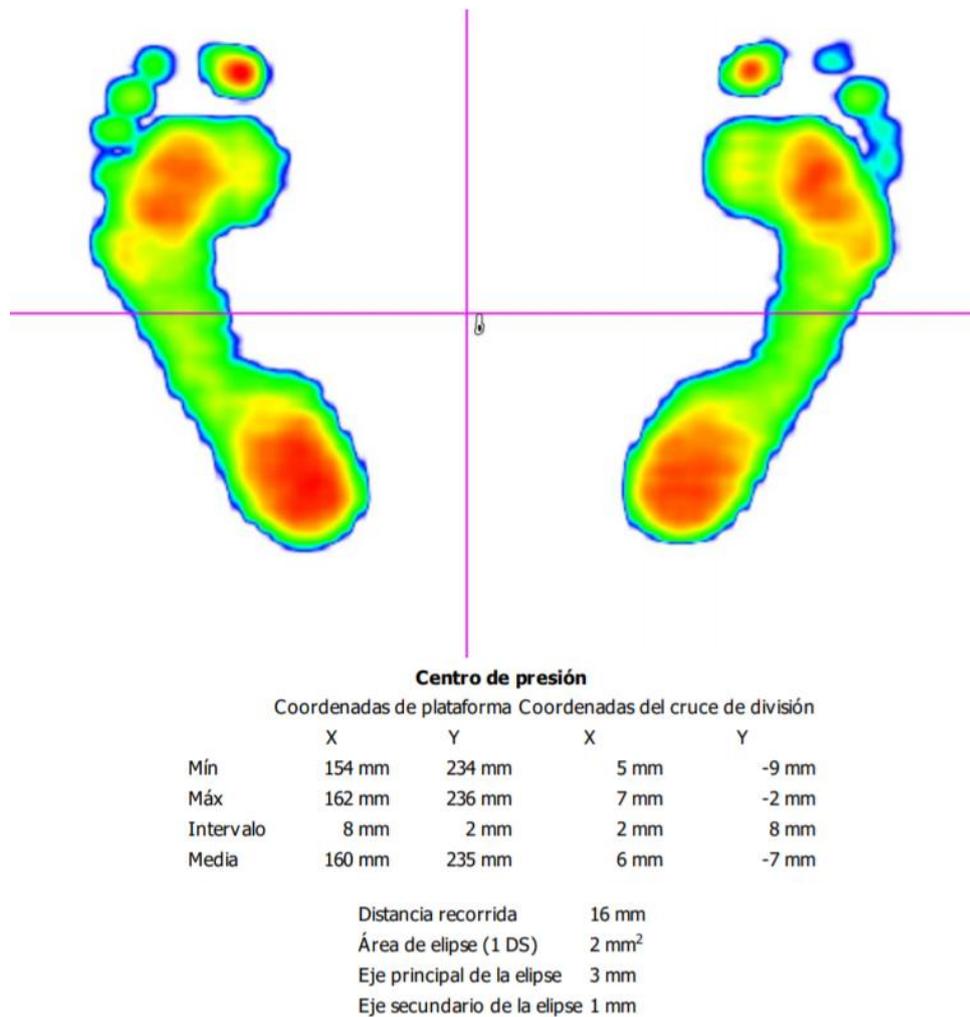


Figura 12. Imagen del resultado obtenido por la plataforma de presiones en el estudio dinámico de la pisada de un sujeto del estudio.

Por lo anteriormente expuesto, la baropodometría puede ser considerada como un instrumento muy válido para entender la adopción de una postura por parte de un sujeto y posteriormente evaluar un posible tratamiento o corrección postural. De esta forma el terapeuta enriquece su arsenal diagnóstico para obtener después mejores resultados en su terapia. Asimismo, la baropodometría se puede utilizar como feedback de medición de los resultados obtenidos en el tratamiento de un sujeto.

Se debe tener presente que la baropodometría es una prueba diagnóstica complementaria más, al alcance del fisioterapeuta y del podólogo, entre otros

profesionales sanitarios. Pero esta herramienta no suple a la valoración clínica sino que sirve de complemento y permite enriquecer el diagnóstico.

Es importante añadir que esta herramienta resulta muy útil en el ámbito deportivo, como es el propósito de este estudio, ya que a través del análisis con baropodometría se puede observar si las técnicas de osteopatía pueden causar efectos en las capacidades físicas de los deportistas. Además, puede servir como instrumento de prevención, ya que el terapeuta puede observar en las plataformas de presiones si el atleta está realizando una pisada nociva, antes de que aparezca una patología consecuencia de ese mal apoyo plantar.

2.9. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LOS PARÁMETROS BAROPODOMÉTRICOS CON TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA Y OSTEOPATÍA PARA LA DISFUNCIÓN DE LA ARTICULACIÓN SACROILÍACA

Actualmente no se encuentra en la bibliografía revisada muchos estudios que hayan investigado las técnicas de fisioterapia u osteopatía por medio de la baropodometría, aplicando los tratamientos para la articulación sacroilíaca. Como ya se ha mencionado previamente, esta investigación se ha realizado con corredores de atletismo, debido a la gran dependencia en este grupo poblacional de sus capacidades físicas y biomecánicas para obtener un rendimiento óptimo en sus resultados deportivos.

Entre la literatura revisada se encuentra el estudio realizado por los autores Grassi et al. (25), utilizaron para su estudio una muestra de 20 sujetos, donde se aplicó una manipulación de tipo thrust para la articulación sacroilíaca y encontraron resultados significativos en las variaciones de las presiones plantares tras la intervención en la baropodometría. En cambio, no obtuvieron diferencias significativas en las áreas de soporte. En este estudio los autores encontraron resultados significativos de forma inmediata y a los siete días de la intervención.

En el trabajo realizado por Freitas (26), se realizó una manipulación de thrust en la articulación sacroilíaca para una disfunción de tipo ilíaco posterior. Valorando los resultados obtenidos a través de baropodometría y estabilometría, se consiguió una disminución de la presión plantar máxima en el pie homolateral de la articulación sacroilíaca manipulada y un aumento de la presión plantar en el pie contralateral; pero sus resultados no fueron estadísticamente significativos,

pese a que utilizó una muestra de 120 personas de las cuales solo abandonaron 5 personas.

Por otra parte, el estudio llevado a cabo por Santos (27), tras realizar una manipulación para una disfunción de tipo ilíaco anterior, obtuvo datos estadísticamente significativos que le hizo concluir que la manipulación sacroilíaca influye en la distribución del peso. El autor utilizó una muestra de 20 sujetos, e hizo las mediciones de los resultados en la baropodometría inmediatamente tras la manipulación.

Los autores Méndez et al. (28) realizaron en su estudio una manipulación bilateral con técnica global de thrust para la pelvis con una muestra de 62 personas, que dividieron en un grupo de manipulación y en otro grupo con una técnica placebo. Estos autores, en comparación con el resto de estudios, no realizaron test previos para valorar la existencia y el tipo de disfunción. Los datos que obtuvieron fueron significativos para las variables de puntos de presión, carga en el retropié izquierdo, porcentaje de carga total del pie derecho y superficie del antepié derecho. Los resultados en la baropodometría se basaron en los conseguidos por la manipulación a corto plazo.

Respecto a la distribución del peso, Pinto Aguilar et al. (29) dividieron en dos grupos a su muestra, uno con técnica de thrust aplicada según el tipo de disfunción y otro grupo control con técnica placebo. Tras la manipulación para la disfunción se consiguieron variaciones significativas a favor de una redistribución más equilibrada del peso. Este estudio, solo hizo la medición de los resultados en la baropodometría tras la intervención, valorando exclusivamente el efecto agudo. Gómez (30) dividió a su muestra de 68 pacientes del mismo modo, un grupo de intervención con técnica thrust y otro grupo con técnica placebo, apreciando el efecto de las técnicas a corto plazo de la intervención. Al realizar la intervención con manipulación para la disfunción del ilíaco posterior obtuvo variaciones significativas en el apoyo plantar o punto de presión máxima podal, además de apreciar variaciones en los porcentajes de carga en ambos pies, así como en la superficie de apoyo.

Los autores Geiger et al. (33) recogieron en su estudio una muestra de 50 pacientes con una media de 55 años, a los cuales se les realizó una manipulación y una comprobación de los parámetros en baropodometría. Los datos no arrojaron resultados significativos.

III – OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. OBJETIVOS

Los objetivos principales de este estudio son los siguientes:

1. Examinar los efectos de las técnicas osteopáticas de thrust y energía muscular para la disfunción sacroilíaca por ilíaco en posterioridad en la distribución de la presión plantar de corredores de fondo.
2. Analizar los efectos de las técnicas de thrust y energía muscular para la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior en la estabilidad de corredores de fondo.
3. Correlacionar las variables sociodemográficas con las variables baropodométricas en atletas de fondo con disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior.

3.2. HIPÓTESIS

Las hipótesis principales de este estudio son las siguientes:

1. Las técnicas de thrust y energía muscular para la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior mejoran la distribución de la presión plantar en comparación con la intervención placebo en corredores de fondo.
2. Las técnicas de thrust y energía muscular para la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior mejoran la estabilidad de corredores de fondo.
3. La técnica osteopática que produce un mayor cambio posturológico en la estabilidad es la manipulación tipo thrust.
4. Los corredores presentan mayor presión plantar en el pie izquierdo.
5. Los atletas presentan mayor oscilación anteroposterior que mediolateral.
6. Las variables sociodemográficas que van a facilitar que se produzcan cambios baropodométricos más perceptibles son la edad y el peso.
7. Los sujetos que utilizan plantillas se encuentran más predispuestos a presentar una variación en la presión plantar tras la intervención.
8. El dolor lumbar ocasiona peor estabilidad en los sujetos, así como mayores cambios baropodométricos tras la aplicación de las técnicas.

IV – METODOLOGÍA

IV - METODOLOGÍA

Se realizó un estudio experimental de tipo ensayo controlado aleatorizado con atletas, entre el 3 de julio de 2019 y el 13 de noviembre de 2020. El estudio se registró en la base de datos de ensayos clínicos Clinical Trials con el código NCT04337528.

A continuación se muestra en la tabla 3 un cronograma del estudio que se ha llevado a cabo para realizar esta tesis doctoral. En el cronograma se detallan por cuatrimestres las fases que se han ido realizando durante todo el proceso, desde la planificación y organización inicial con el grupo de investigación, hasta la redacción del documento final de la tesis.

Tabla 3. Cronograma de las distintas etapas del estudio científico.

| Planificación (2018-2021) | Último Semestre | Primer Semestre | Último Semestre | Primer Semestre | Último Semestre | Primer Semestre |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2018 | 2019 | 2019 | 2020 | 2020 | 2021 |
| Planificación y reuniones de organización | | | | | | |
| Reclutamiento de sujetos | | | | | | |
| Evaluaciones pre y post-tratamiento | | | | | | |
| Análisis de datos | | | | | | |
| Redacción conclusiones y discusión | | | | | | |
| Redacción final de la tesis doctoral | | | | | | |

4.1. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Cada participante tuvo constancia del objetivo del estudio e información sobre el desarrollo del mismo; en concreto, sobre la articulación sacroilíaca, el

procedimiento de cada una de las técnicas empleadas, las mediciones que se iban a realizar y se aclararon en todo momento las posibles dudas. Se les proporcionó una hoja informativa acerca del funcionamiento del estudio y sobre qué tipo de intervenciones se iban a realizar, como ya señalamos (Anexo 1). De forma previa a la realización de las intervenciones, se les facilitó un formulario de consentimiento informado, también ya mencionado (Anexo 2). En este documento se especificó que los datos personales se guardaron y nunca serán publicados ni informados a otras personas ajenas a la investigación. Para el desarrollo del estudio se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki (153). Asimismo, este estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Católica San Antonio de Murcia el 01/03/2019 con el código CE031911.

4.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Para reclutar la muestra los investigadores se pusieron en contacto con los directores, entrenadores y encargados de centros deportivos con el fin de realizar charlas informativas. Asimismo, se estableció contacto con los entrenadores de clubes de atletismo para explicar el proceso y metodología del estudio. Los corredores interesados en el estudio recibieron los detalles del mismo mediante una charla informativa previa y un documento que se les aportó con dicha información (anexo 1). De la misma forma, a cada participante en el ensayo se le proporcionó un consentimiento informado por escrito para su firma, si estaba conforme con la participación en el estudio (anexo 2).

4.2.1. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra inicial fue de 99 sujetos. Hubo 5 pérdidas, tres sujetos por motivos personales y dos de ellos por contagio por COVID-19. Así, el estudio se completó con 74 hombres y 20 mujeres, con una edad de $31,32 \pm 7$ años. La media del peso corporal fue $74,9 \pm 12,5$ kilogramos, y la altura de $1,74 \pm 0,06$ metros.

4.2.2. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron corredores de fondo (5000 metros – 42000 metros), con edades comprendidas entre los 18 y 45 años, de ambos sexos y con

disfunción en la articulación sacroilíaca por ilíaco posterior presentando dolor lumbar o no.

4.2.3. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión que se establecieron fueron atletas con sintomatología dolorosa en la articulación sacroilíaca. Presencia de riesgo vertebral consecuencia de una lesión traumática, una infección, un proceso inflamatorio, un proceso tumoral, o afección congénita o metabólica.

Adicionalmente, fueron criterios de exclusión la presencia de insuficiencia vértebrobasilar y sujetos que presentasen una dismetría congénita diagnosticada previamente por un médico especialista. Asimismo, cualquier participante que tuviese algún trastorno psíquico o miedo que pudiera afectar al correcto desarrollo de la maniobra de intervención o a la medición.

4.2.4. Aleatorización

El sistema de aleatorización se realizó mediante el programa Microsoft Excel 2016 ®. Se introdujo una lista de 99 números y a través del programa se solicitó que fuera generando un número aleatorio por cada sujeto que acudía a consulta. Los participantes que obtuvieron un número entre el 1 y el 33 (ambos incluidos) recibieron la técnica thrust. Los que les fue asignado un número entre el 34 y el 66 (ambos incluidos) se les aplicó la técnica de energía muscular. A los que consiguieron un número entre 67 y 99 (ambos incluidos) se les realizó la técnica placebo. Todos los participantes desconocían la técnica que se les iba a aplicar tras esta asignación numérica.

4.2.5. Grupos de estudio

Los sujetos se dividieron en tres grupos de 33 sujetos: un grupo control que recibió la técnica placebo, un grupo experimental al que se le aplicó la técnica de energía muscular y otro grupo experimental al que se le aplicó la técnica de thrust.

4.3. VARIABLES DE ESTUDIO

A continuación se presentan las variables que se han utilizado para la realización de esta investigación. Para el presente estudio se utilizó un cuestionario de preguntas cerradas elaborado por el personal investigador sobre las variables edad, peso, altura, sexo, pierna dominante, deportes que practica, dolor lumbar, uso de plantillas, ergonomía habitual en el trabajo, realización de estiramientos, pérdida de orina, presencia de pierna corta anatómica y zapatillas que utiliza. (Anexo 3).

Entre las variables se encuentran las que se obtienen a través del cuestionario previo a la intervención, así como las obtenidas a través de la plataforma baropodométrica:

- a) Sexo (hombre o mujer).
- b) Edad (años).
- c) Altura (centímetros cm).
- d) Peso (kilogramos kg).
- e) Ergonomía habitual en el puesto de trabajo (bipedestación-sedestación-ambos).
- f) Otros deportes que practica (gimnasio, natación, fútbol, etc).
- g) Pierna dominante (diestro-zurdo).
- h) Uso de plantillas (para correr, en su vida diaria, ambos, no utiliza).
- i) Tipo de calzado empleado al correr.
- j) Lesiones previas (pierna derecha-pierna izquierda).
- k) Dolor lumbar: escala EVA (0 ningún dolor, 10 el mayor dolor que hayan sentido).
- l) Bloqueo inicial (izquierdo-derecho).
- m) Manipulación: thrust-energía muscular-placebo.
- n) Oscilación anterior/posterior siguiendo el desplazamiento del centro de presiones en el eje Y.
- o) Oscilación medial/lateral siguiendo el desplazamiento del centro de presiones en el eje X.
- p) Distribución de presiones: porcentaje de la presión plantar (Newton por centímetro cuadrado (% N/cm²)).
- q) Centro de presiones (milímetros cuadrados (mm²)).
- r) Huella plantar (pie cavo, pie plano, pie neutro).
- s) Realización de estiramientos.

4.4. MATERIAL EMPLEADO EN EL ESTUDIO

El material utilizado para el estudio comprende el uso de una camilla de práctica clínica común EcoPostural Modelo 101-C1737M66-84 para la valoración y realización de las técnicas de osteopatía o la ejecución del placebo. Asimismo, se utilizó una plataforma baropodométrica RSScan® para realizar las mediciones oportunas junto con un ordenador con el software FootScan®, el cual es necesario para poder analizar los datos. Además de estos materiales, se emplearon los documentos informativos y los formularios de consentimiento informado, ya señalados con anterioridad (Anexo 2) y los cuestionarios sobre variables sociodemográficas (Anexo 3).

4.5. PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN

En primer lugar, el sujeto fue recibido en el lugar del estudio por un evaluador que le recordó en qué iba a consistir y se le respondió a cualquier tipo de duda que presentase. Una vez realizada la parte informativa se le entregó el documento de consentimiento informado (Anexo 2) donde manifestaba su acuerdo o desacuerdo para realizar el estudio. Después se le entregó un cuestionario sobre distintas variables sociodemográficas (Anexo 3).

Tras haber firmado el consentimiento informado y rellenado el cuestionario, el sujeto accedió a una sala donde otro investigador evaluó la posible existencia de disfunción sacroilíaca, así como su posición y la articulación afectada. Una vez verificado, el sujeto obtuvo un número aleatorio por parte del programa Microsoft Excel.

Seguidamente el sujeto accedió a otra sala donde le esperaba un investigador experto en la medición con plataforma de presiones, para obtener los datos de su pisada antes de la intervención. El procedimiento para el estudio del sujeto consistió en situarlo en la plataforma baropodométrica, en bipedestación, solicitándole que se colocara descalzo, cómodo y tratando de ubicarse siempre en la misma posición en la plataforma. Una vez ahí, se le pidió que tuviera la vista fija hacia el frente, en la horizontal. Además, se le sugirió que estuviera tranquilo, relajado y manteniendo la postura mientras se realizaba el estudio de su pisada.

Posteriormente el sujeto pasó a otra sala donde un investigador, dependiendo del número obtenido, le aplicó la técnica correspondiente o placebo;

siendo siempre el mismo investigador el que realizaba la técnica en las tres intervenciones.

Tras la manipulación o aplicación de placebo, el sujeto fue valorado de nuevo por el segundo evaluador para verificar la desaparición de la disfunción. Una vez verificada la desaparición de la disfunción, el sujeto accedió a la sala donde se encontraba el investigador con la plataforma de presiones, para tomar las mediciones posteriores a la intervención.

Tras haber finalizado esta segunda medición en la plataforma de presiones, el sujeto fue citado para una segunda y tercera visitas.

Se realizó una intervención inicial, otra a la semana siguiente y, la última, tras dos semanas después de la segunda intervención, en total tres intervenciones en cuatro semanas. En los tres grupos se realizaron mediciones pre- y post-tratamiento.

4.5.1. Descripción de los test utilizados

4.5.1.1. Test de flexión anterior en bipedestación

El test de flexión anterior en bipedestación se empleó para evaluar las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca. Para realizar este test, se colocó al sujeto en bipedestación descalzo y el terapeuta se posicionó detrás del sujeto con la vista a la altura de las articulaciones sacroilíacas que exploró. El terapeuta colocó los pulgares sobre la parte inferior de las espinas ilíacas posterosuperiores. Entonces le solicitó al sujeto que realizara una flexión de tronco con las rodillas extendidas, mientras el terapeuta testó el desplazamiento de las espinas ilíacas (120).

Cuando el sujeto realizó la flexión de tronco, el terapeuta evaluó si alguna de las dos espinas ilíacas se desplazaba más que la otra. En el caso de que una de las espinas ilíacas se desplazara con un mayor ascenso que la otra, es indicativo de que esa articulación sacroilíaca resulta positiva al test, siendo la sacroilíaca ipsilateral la que presenta la hipomovilidad. Por lo tanto, se pudo considerar que en esa articulación sacroilíaca existía una hipomovilidad por una probable disfunción (120).

4.5.1.2. *Test de flexión anterior en sedestación*

El test de flexión anterior en sedestación se utilizó para evaluar también las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca, siendo originadas por una disfunción, que a través del test muestra signos de posible hipomovilidad. Para realizar este test se colocó al sujeto en sedestación en la camilla con los pies apoyados en el suelo y con una ligera abducción de la articulación coxofemoral. El terapeuta se ubicó detrás del sujeto con la vista a la altura de las articulaciones sacroilíacas que iba a explorar (121).

El terapeuta situó los pulgares sobre la parte inferior de las espinas ilíacas posterosuperiores. Entonces le solicitó al sujeto que realizase una flexión de tronco, mientras el terapeuta observaba el desplazamiento de las espinas ilíacas posterosuperiores (121).

Cuando el sujeto realizaba la flexión de tronco, el terapeuta observaba si alguna de las dos espinas ilíacas se desplazaba más que la otra. En el caso de que una de las espinas ilíacas se desplazara con un mayor ascenso que la otra, es indicativo de que esa articulación sacroilíaca es positiva al test. Por lo tanto, se puede considerar que existía una hipomovilidad por una probable disfunción sacroilíaca (121).

4.5.1.3. *Test de Gillet*

El test de Gillet sirvió del mismo modo para observar y evaluar las alteraciones biomecánicas existentes en la articulación sacroilíaca que a través del test mostraban signos de hipomovilidad (119). El test se realizó colocando al sujeto en bipedestación con los pies separados 10 centímetros y con la mirada hacia la horizontal. El sujeto puso las manos en la pared y dejó la región sacroilíaca expuesta para la valoración por parte del terapeuta. Este se encontraba justo detrás del sujeto con la vista a la altura de la articulación. Cuando se realizó la valoración de la articulación sacroilíaca derecha, el terapeuta ubicó el pulgar de su mano derecha en la espina ilíaca posterosuperior derecha, mientras que el pulgar de la mano izquierda se colocó a la misma altura en la cresta sacra (119).

En esta posición el terapeuta le indicó al sujeto que realizara una flexión de cadera y rodilla, del mismo lado que exploraba (el derecho en este caso), llevando la rodilla al pecho sin realizar movimientos accesorios de aducción o abducción. De esta forma el terapeuta observó en los pulgares el deslizamiento del hueso ilíaco

con respecto al hueso sacro. Una vez realizada la maniobra se cambió la posición de los pulgares para evaluar la articulación sacroilíaca izquierda. En este caso el terapeuta puso el pulgar izquierdo sobre la espina ilíaca posterosuperior izquierda, mientras el pulgar de la mano derecha se ubicó al mismo nivel en la cresta sacra (119).

Se consideró como resultado positivo en la prueba cuando, al realizar la flexión de cadera junto con la flexión de rodilla, el terapeuta comprobó que el pulgar que se encontraba en la espina ilíaca posterosuperior no descendía o ascendía con respecto al nivel en el que se situaba el otro pulgar ubicado en el sacro. Se valoró como un resultado negativo en el test cuando el sujeto, cuando el pulgar ubicado en la espina ilíaca posterosuperior homolateral descendía con respecto al otro pulgar situado en el hueso sacro (119).

4.5.2.3. Test de las espinas ilíacas anterosuperiores

El test consistió en colocar al sujeto en decúbito supino en la camilla con el cuerpo relajado y lo más derecho posible. En esa posición se evaluó la altura en la que se encontraban las espinas ilíacas anterosuperiores comparando una con la contralateral. Cuando la espina ilíaca del lado en que apareció positivo en los anteriores test se encontraba superior, significa que existe una disfunción por ilíaco posterior homolateral. Sin embargo, cuando esta espina ilíaca se encuentra inferior, indica que existe una disfunción por ilíaco anterior (120).

4.5.2. Descripción de las intervenciones realizadas

4.5.2.1. Intervención en el grupo experimental con la técnica de energía muscular

La técnica de energía muscular es una técnica de movilización articular activo-asistida, que busca corregir una disfunción mediante el mantenimiento de una contracción isométrica sin presencia de movimiento. Para realizar la corrección la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, se colocó al sujeto en decúbito prono, con la pierna del lado no afecto en extensión, mientras que la pierna del lado afecto se encontraba en flexión de rodilla. El terapeuta sostuvo la pierna en flexión de rodilla de 90º, mientras realizaba la extensión pasiva de cadera, con el fin de obtener una rotación anterior del ilíaco para corregir la disfunción. En el momento en el que el examinador localizó la primera barrera de tensión se detuvo y solicitó al sujeto que contrajera, de forma resistida en dirección a la flexión de cadera durante

unos tres o cinco segundos. Después de la contracción, el terapeuta avanzó en dirección a la extensión de cadera buscando la rotación anterior del ilíaco y una nueva barrera tensional. Una vez localizada la segunda barrera tensional, se realizó el proceso anteriormente mencionado. De esta forma se realizaron un total de tres contracciones contra la resistencia del terapeuta (127-129).

4.5.2.2. Intervención en el grupo experimental con la técnica de thrust

La técnica de thrust es una manipulación con impulso que se realiza con el fin de corregir una disfunción, habitualmente ocasionada por una falta de movilidad articular. El sujeto se colocó en decúbito lateral sobre la camilla con su pierna inferior en extensión de rodilla y cadera, mientras que la pierna superior se posicionaba por parte del investigador en una flexión pasiva de cadera y rodilla hasta encontrar la “tensión” en la articulación sacroilíaca. Esta “tensión” la percibía el investigador palpando la zona de la articulación y el momento en el que se encontraba en el límite de movimiento; porque a partir de este punto, si se continúa, se produce el movimiento del sacro y de la quinta vértebra lumbar. Seguidamente se realizó una ligera flexión y torsión de tronco hasta encontrar el punto de tensión en la articulación, de la misma forma que se hizo en la anterior maniobra. Una vez fijados estos parámetros, se le pidió al sujeto que se relajase a la misma vez que realizaba una inspiración profunda y una posterior espiración, siendo al final de esta fase cuando se ejecutó la manipulación. La manipulación se realizó colocando la mano en la espina iliaca posterosuperior, forzando la apertura de la articulación sacroilíaca. La orientación de la mano se hizo buscando la corrección del ilíaco posterior.

4.5.2.3. Intervención en el grupo control

A los sujetos del grupo control se les aplicó una simulación de manipulación de la cadera contraria, sin llegar a producir una movilización de la articulación sacroilíaca. Se colocó al sujeto en decúbito supino en la camilla con una flexión de cadera de 30º aproximadamente, de forma pasiva, del miembro inferior contralateral a la articulación sacroilíaca afectada; durante un tiempo de 30 segundos.

4.6. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

Los datos de los sujetos se recogieron antes y después de cada intervención, para valorar y cuantificar los cambios biomecánicos que se hubieran producido. Estos datos se obtuvieron del software de la plataforma baropodométrica y se anotaron en un documento de Excel.

4.7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se llevó a cabo una serie de análisis estadísticos, dependiendo de la naturaleza de las variables a estudiar, así como la distribución que seguía cada una de dichas variables. Para ello se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 22.0.

Para evitar sesgos derivados de aplicar un diseño sin una aleatorización experimental completa se aplicó la técnica de la regresión múltiple, para el control estadístico de los efectos de variables de confusión. Además, se emplearon pruebas de comparación de medias, para asegurar que no existieran diferencias en la asignación de los sujetos en un grupo u otro o bien que, si existían, serían tenidas en cuenta para la interpretación de los resultados.

En cuanto a las variables sociodemográficas, se aplicó, para las variables categóricas (edad, frecuencia de entrenamiento y frecuencia de asistencia al fisioterapeuta anual), la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) y, para las variables nominales (sexo, lesiones, situación laboral, pierna dominante, uso de plantillas y deporte practicado) la prueba de Chi-cuadrado, con el objeto de comprobar la normalidad de la muestra.

A continuación, tras analizar los criterios de homogeneidad, y los supuestos de normalidad de la muestra, se realizó un primer análisis con MANOVA de medidas repetidas sobre las variables obtenidas que mostraron estos criterios y en donde el factor intrasujeto se denominó "medida", con seis niveles: medidas 1, 2 y 3, en momentos pre- y pos-tratamiento. Como factores intersujeto, se consideró "la manipulación" con tres niveles: técnica de thrust, técnica de energía muscular y placebo. Un análisis de los residuos reveló el incumplimiento de la hipótesis de normalidad, por lo que se descartó este análisis en favor de pruebas no paramétricas. Los resultados obtenidos con ambos procedimientos son muy similares y los resultados de MANOVA no se incluyeron por brevedad. Igualmente, se aplicaron los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov (KS) y de Chi-

cuadrado para comprobar la distribución de la muestra en general y en cada grupo por separado, llegando a la misma conclusión que con el análisis MANOVA.

Para las variables que mostraron una distribución no normal, se aplicaron procedimientos no paramétricos. Se empleó el test de Mann-Whitney para contrastar las diferencias existentes entre ambos grupos de tratamiento o manipulación. Por otro lado, se aplicó el estadístico de Friedman para las mediciones de cada grupo individual en las distintas mediciones del estudio y como muestras relacionadas (medidas pre/post-tratamiento en tres ocasiones), realizando una segmentación del archivo en función del tratamiento. Posteriormente se aplicó el test de Wilcoxon para realizar las comparaciones por pares y, para la comparativa entre los tres grupos objeto de estudio en cada una de las mediciones, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

Además se realizó un análisis de correlaciones bi-variadas utilizando el estadístico de Tau B de Kendall para el contraste entre variables continuas objeto de estudio. Finalmente, debido al tamaño de la muestra para el análisis de intervención, se analizó el tamaño del efecto mediante la fórmula de Cohen con la estandarización de los valores Z obtenidos en las diferentes mediciones, donde se considera 0,01–0,06 (efecto pequeño ↓); > 0,06–0,14 (efecto medio →); > 0,14 (gran efecto ↑) (154).

Para comparar los resultados obtenidos en los distintos grupos, se realizó un análisis del tamaño del efecto siguiendo la D de Cohen (154). Los datos obtenidos en el análisis se clasificaron siguiendo el siguiente criterio: menor de 0,2 se consideró un efecto ínfimo, entre 0,2 y 0,5 se valoró como un efecto moderado y mayor de 0,5 se consideró un tamaño del efecto grande. En este análisis se compararon los resultados obtenidos en la pre-intervención, es decir de la primera medición (medida 1) con el resultado obtenido en la medida post-intervención de la primera medición (medida 2). Se realizó también un análisis del tamaño del efecto comparando los resultados obtenidos entre las distintas variables, entre la primera medición (medida 1) y la quinta medición (medida 5). Siendo la quinta, la que se obtiene en la tercera medición pre-intervención de la tercera intervención a las 3 semanas (medida 5). Se aplicó este análisis con el fin de valorar el efecto a largo plazo de las técnicas de manipulación. Por último, se realizó un análisis del tamaño del efecto comparando los resultados obtenidos por los grupos de intervención en la primera y en la sexta medición, para comprobar la primera

medición (medida 1), y la última post-intervención de la tercera intervención (medida 6) a las tres semanas.

V – RESULTADOS

V-RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA

La muestra del presente estudio se encuentra conformada por 99 sujetos, de los cuales 94 terminaron la fase experimental. Como se observa en la figura 13, al inicio de la investigación se reclutó a 120 sujetos corredores de atletismo, de los cuales cumplieron los criterios de exclusión e inclusión 102. Tras el desarrollo de las intervenciones, finalizaron el estudio 94 sujetos que constituyen la muestra final del ensayo clínico.

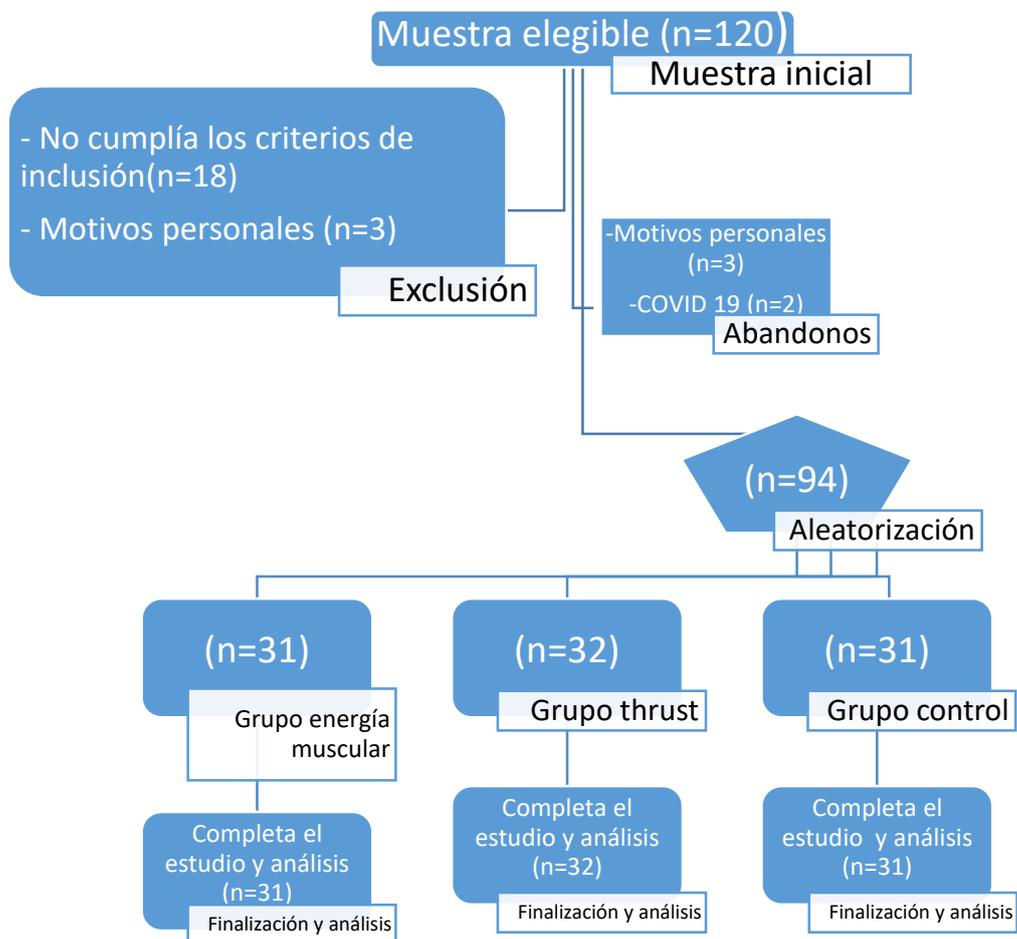


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de selección de la muestra.

5.1.1. Análisis de las variables sociodemográficas de la muestra

5.1.1.1. Análisis de las variables edad, peso y altura

Como ya hemos indicado, la muestra está conformada por 94 sujetos, con una edad de $31,32 \pm 7,01$ años. En cuanto al peso, la media se establece en $74,90 \pm 12,5$ kilogramos. Respecto a la altura se establece en $1,74 \pm 0,06$ metros. En la tabla 4, se pueden observar estos datos.

Tabla 4. Variables descriptivas de la muestra: edad, peso y altura.

| Variable | n | Media | DE |
|-------------|----|-------|-------|
| Edad (años) | 94 | 31,3 | 7,01 |
| Peso | 94 | 74,9 | 12,56 |
| Altura (m) | 94 | 1,7 | 0,06 |

n: tamaño de la muestra; DE: desviación estándar.

5.1.1.2. Análisis de las variables sexo y deportes practicados

Respecto a los valores obtenidos en las variables categóricas de toda la muestra, podemos observar en la tabla 5 que un 78,7 % de la muestra está compuesta por hombres (n=74) y el 21,3 % de la muestra son mujeres (n=20). Según la variable deporte, un 17% (n=16) de los participantes realizaban exclusivamente atletismo, mientras que otro 17% (n=16) practicaba el atletismo junto con el ejercicio en el gimnasio. Un 1,1% (n=1) combinaba natación con atletismo y un 64,9 % (n=61) realizaba atletismo con otros deportes.

Tabla 5. Variables descriptivas de la muestra: sexo y deporte.

| Variable | Opción de respuesta | n | % |
|----------|----------------------|----|------|
| Sexo | Hombre | 74 | 78,7 |
| | Mujer | 20 | 21,3 |
| Deporte | Atletismo | 16 | 17,0 |
| | Atletismo + gimnasio | 16 | 17,0 |
| | Atletismo + otros | 61 | 64,9 |
| | Atletismo + natación | 1 | 1,1 |

n: tamaño de la muestra; %: porcentaje de la muestra.

5.1.1.3. Análisis de las variables hábito de realización de estiramientos y uso de plantillas

Se observa que el 78% (n=74) de la muestra no usa plantillas, mientras que un 11,7% (n=11) las usa exclusivamente para hacer deporte y un 9,6% (n=9) las usa tanto a diario como para realizar deporte. Respecto al hábito de estirar, un 28,7% (n=27) no realiza estiramientos y un 71,3% (n=67) sí que los realiza. Estos datos se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Variables descriptivas de la muestra: uso de plantillas y hábito de realización de estiramientos.

| Variable | Opción de respuesta | n | % |
|--|--|----|------|
| Plantillas | No utiliza plantillas | 74 | 78,7 |
| | Sí utiliza plantillas durante la carrera | 11 | 11,7 |
| | Sí utiliza plantillas durante la carrera y en su vida habitual | 9 | 9,6 |
| Hábito de realización de estiramientos | No estira | 27 | 28,7 |
| | Sí estira | 67 | 71,3 |

n: tamaño de la muestra. %: porcentaje de la muestra.

5.1.1.4. Análisis de las variables pierna dominante y tipo de huella

Los valores obtenidos en la variable pierna dominante recogen que el 71,3% (n=67) de la muestra es diestra, mientras que el 28,7% (n=27) es zurda. El tipo de huella de la muestra, de acuerdo a la clasificación de Hernández (155), es un 14,9% (n=14) de sujetos con los dos pies planos, un 47,9% (n=45) con los dos pies normales y un 37,2% (n=35) presentan los dos pies cavos. En la tabla 7, se pueden apreciar todos estos datos.

Tabla 7. Variables descriptivas de la muestra: pierna dominante y tipo de huella plantar.

| Variable | Opción de respuesta | n | % |
|------------------|---------------------|----|------|
| Pierna dominante | Diestro | 67 | 71,3 |
| | Zurdo | 27 | 28,7 |
| Tipo de huella | Plano | 14 | 14,9 |
| | Normal | 45 | 47,9 |
| | Cavo | 35 | 37,2 |

n: tamaño de la muestra; %: porcentaje de la muestra.

5.1.2. Análisis de los grupos de intervención

5.1.2.1. Análisis de las variables edad, peso y altura

Como se muestra en la tabla 8, el grupo con la técnica de intervención de thrust está compuesto por 32 sujetos, con una edad de $30,9 \pm 7,19$ años. En cuanto a la variable de peso el valor es de $73,1 \pm 12,83$ kilogramos. Asimismo, la altura es de $1,74 \pm 0,07$ metros. Sin embargo, el grupo con la técnica de intervención de energía muscular se encuentra compuesto por 31 sujetos, con una edad de $32,35 \pm 7,48$ años. En este grupo el peso es de $73,73 \pm 11,21$ kilogramos. Además, la altura se establece de media en $1,72 \pm 0,05$ metros. En cuanto al grupo control, la edad media se sitúa es de $30,74 \pm 6,43$ años. Respecto al peso en este grupo es de $77,92 \pm 13,39$ kilogramos. Por último, la altura de este grupo es de $1,75 \pm 0,07$ metros.

Tabla 8. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: edad, peso y altura.

| Variable | Grupo | n | Media | DE |
|----------|------------------|----|-------|-------|
| Edad | Control | 31 | 30,7 | 6,43 |
| | Thrust | 32 | 30,9 | 7,19 |
| | Energía Muscular | 31 | 32,3 | 7,48 |
| Peso | Control | 31 | 77,9 | 13,39 |
| | Thrust | 32 | 73,1 | 12,83 |
| | Energía Muscular | 31 | 73,7 | 11,21 |
| Altura | Control | 31 | 1,7 | 0,07 |
| | Thrust | 32 | 1,7 | 0,07 |
| | Energía Muscular | 31 | 1,7 | 0,05 |

n: tamaño de la muestra, DE: desviación estándar.

5.1.2.2. Análisis de las variables sexo y deporte practicado

Como se aprecia en la tabla 9, la muestra del grupo control presenta un 83,9% (n=26) de hombres, mientras que el grupo de intervención con técnica de thrust tiene un 75% (n=24) y el grupo de intervención con técnica de energía muscular alberga un 77,4% (n=24). Respecto a las mujeres, en el grupo control representan un 16,1% (n=5), en el grupo thrust un 25% (n=8) y en el grupo de energía muscular un 22,6% (n=7). En cuanto a los datos obtenidos sobre el deporte que practican los sujetos del grupo control, se aprecia que un 16,1% (n=5) realizan solo carrera o atletismo, un 16,1% (n=5) acude también al gimnasio, un 64,5% (n=20) practica otros deportes y un 3,2% (n=1) hace también natación. En el grupo thrust se observa que un 18,8% (n=6) realiza solo atletismo, un 15,6% (n=5) lo combina con gimnasio, el 65,6% (n=21) hace otros deportes y un 0% practica natación adicionalmente. Por último, en el grupo de energía muscular un 16,1% (n=5) realiza exclusivamente atletismo o carrera, un 19,4% (n=6) va también al gimnasio, un 64,5% (n=20) participa en otros deportes y un 0% lo combina con natación.

Tabla 9. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: sexo y deporte.

| Variable | Opción de respuesta | Grupo control | | Grupo thrust | | Grupo energía muscular | |
|----------|----------------------|---------------|------|--------------|------|------------------------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Sexo | Hombre | 26 | 83,9 | 24 | 75,0 | 24 | 77,4 |
| | Mujer | 5 | 16,1 | 8 | 25,0 | 7 | 22,6 |
| Deporte | Atletismo | 5 | 16,1 | 6 | 18,8 | 5 | 16,1 |
| | Atletismo + gimnasio | 5 | 16,1 | 5 | 15,6 | 6 | 19,4 |
| | Atletismo + otros | 20 | 64,5 | 21 | 65,6 | 20 | 64,5 |
| | Atletismo + natación | 1 | 3,2 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |

n: tamaño de la muestra. % porcentaje de la muestra.

5.1.2.3. Análisis de las variables estiramiento y uso de plantillas

Respecto a los datos obtenidos sobre el uso de plantillas en los grupos de intervención, se ha observado que no utilizan plantillas el 80,6%, 68,8% y el 87,1% en los grupos placebo, thrust y energía muscular, respectivamente. Aquellos que utilizan las plantillas para el deporte son el 6,5% (n=2) del grupo placebo, un 18,8% (n=6) del grupo thrust y un 9,7% (n=3) del grupo de energía muscular. Por último, los que usan plantillas en su vida diaria son el 12,9% (n=4) en el grupo control, un 12,5% (n=4) en el grupo thrust y un 3,2% (n=1) en el grupo de energía muscular. En cuanto a la variable de estiramiento, se aprecia en la muestra del estudio que un 32,3% (n=10) del grupo control no realiza estiramientos habitualmente, mientras que un 21,9% (n=7) del grupo thrust tampoco los hace al igual que el 32,3% (n=10) del grupo de energía muscular. Por otra parte, el 67,7% (n=21) de los sujetos del grupo control sí que realizan estiramientos, como sucede con el 78,1% (n=25) del grupo thrust y el 67,7% (n=21) del grupo de energía muscular. Estos datos quedan reflejados en la tabla 10.

Tabla 10. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: uso de plantillas y realización de estiramientos.

| Variable | Opción de respuesta | Grupo control | | Grupo thrust | | Grupo energía muscular | |
|------------------------------|--|---------------|------|--------------|------|------------------------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Uso de plantillas | No usa plantillas | 25 | 80,6 | 22 | 68,8 | 27 | 87,1 |
| | Sí usa plantillas durante la carrera | 2 | 6,5 | 6 | 18,8 | 3 | 9,7 |
| | Sí usa plantillas, a diario y durante la carrera | 4 | 12,9 | 4 | 12,5 | 1 | 3,2 |
| Realización de estiramientos | No estira | 10 | 32,3 | 7 | 21,9 | 10 | 32,3 |
| | Sí estira | 21 | 67,7 | 25 | 78,1 | 21 | 67,7 |

n: tamaño de la muestra. %: porcentaje de la muestra.

5.1.2.4. Análisis de las variables pierna dominante y tipo de huella plantar

Como se puede observar en la tabla 11, el grupo control cuenta con un 77,4% (n=24) de sujetos diestros, un 75% (n=24) el grupo thrust y un 61,3% (n=19) el grupo de energía muscular. Sin embargo, el grupo control presenta un 22,6% (n=7) de sujetos zurdos, mientras el grupo thrust un 25% (n=8) y un 38,7% (n=12) el grupo de energía muscular. Respecto a la variable del tipo de huella plantar de los sujetos de la muestra, siguiendo la clasificación de Hernández (155), se obtiene un 12,9% (n=4) de sujetos con pie plano en el grupo control al igual que el grupo de energía muscular y un 18,8% (n=6) en el grupo de thrust. En cuanto al pie normal, se encuentra presente en un 61,3% (n=19) de los sujetos del grupo control, un 31,3% (n=10) en el grupo de thrust y un 51,6% (n=16) en el grupo de energía muscular. Con respecto al pie cavo, hay un 25,8% (n=8) que corresponde al grupo control, un 50% (n=16) al grupo thrust y un 35,5% (n=11) al grupo de energía muscular.

Tabla 11. Variables descriptivas de los grupos control, thrust y energía muscular: pierna dominante y tipo de huella plantar.

| Variable | Opción de respuesta | Grupo control | | Grupo thrust | | Grupo energía muscular | |
|------------------------|---------------------|---------------|------|--------------|------|------------------------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Pierna dominante | Diestro | 24 | 77,4 | 24 | 75,0 | 19 | 61,3 |
| | Zurdo | 7 | 22,6 | 8 | 25,0 | 12 | 38,7 |
| Tipo de huella plantar | Plano | 4 | 12,9 | 6 | 18,8 | 4 | 12,9 |
| | Normal | 19 | 61,3 | 10 | 31,3 | 16 | 51,6 |
| | Cavo | 8 | 25,8 | 16 | 50,0 | 11 | 35,5 |

n: tamaño de la muestra. %: porcentaje de la muestra.

5.2. ANÁLISIS DE LAS INTERVENCIONES POR GRUPOS DE INTERVENCIÓN

Como ya señalamos, se realizó un análisis de normalidad para las distintas variables del estudio. Concretamente, utilizando los procedimientos gráficos y la prueba de Shapiro-Wilks para las variables cuantitativas. Con la prueba estadística Shapiro-Wilks, se observó una distribución normal para todas las variables, excepto para las variables área de centro de presiones, oscilación mediolateral y oscilación anteroposterior. Respecto a las variables cualitativas se realizó el análisis Chi-Cuadrado.

5.2.1. Análisis de los grupos de intervención con la prueba estadística MANOVA

Atendiendo a las variables que tuvieron una distribución normal, se realizó un análisis de varianza multivariante (MANOVA). Concretamente para las variables presión anterior izquierda, presión anterior derecha, presión posterior izquierda, presión posterior derecha, presión anterior total y presión posterior total para los distintos grupos de intervención de energía muscular, de thrust y control. En las siguientes tablas 12-19, se pueden observar los datos descriptivos de las medias y desviación estándar obtenidas por los grupos en las distintas variables y en los distintos momentos de la intervención. Asimismo, aparecen en dichas tablas dos columnas con los datos obtenidos en la comparación entre grupos y del efecto del tiempo por grupo, según las cuales no se obtiene un valor significativo. En este análisis se aprecia que en la comparación entre grupo y efecto solo es significativo en la segunda toma de las variables presión del antepié izquierdo ($p= 0,02$) y en el retropié presión izquierda ($p= 0,03$). Mientras que en el análisis del efecto del tiempo por grupo no se aprecia ningún resultado significativo.

Tabla 12. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión del antepié izquierdo.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto por grupo | | Efecto tiempo por grupo | |
|------------------------------|------------------|-------|------|------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Antepié Izquierdo | Control | 23,23 | 3,49 | | | | |
| | Thrust | 22,24 | 3,47 | 1,36 | 0,26 | 2,08 | 0,13 |
| | Energía Muscular | 23,65 | 3,49 | | | | |
| 2º Presión Antepié Izquierdo | Control | 23,00 | 3,37 | | | | |
| | Thrust | 21,22 | 3,82 | 3,81 | 0,02 | | |
| | Energía Muscular | 23,68 | 3,75 | | | | |
| 3º Presión Antepié Izquierdo | Control | 22,90 | 3,58 | | | | |
| | Thrust | 22,53 | 3,70 | 1,16 | 0,32 | | |
| | Energía Muscular | 23,88 | 3,58 | | | | |
| 4º Presión Antepié Izquierdo | Control | 22,77 | 3,78 | | | | |
| | Thrust | 21,92 | 4,28 | 0,92 | 0,40 | | |
| | Energía Muscular | 23,28 | 4,01 | | | | |
| 5º Presión Antepié Izquierdo | Control | 22,96 | 3,30 | | | | |
| | Thrust | 21,82 | 3,45 | 2,14 | 0,12 | | |
| | Energía Muscular | 23,60 | 3,61 | | | | |
| 6º Presión Antepié Izquierdo | Control | 22,85 | 3,32 | | | | |
| | Thrust | 21,74 | 3,59 | 1,80 | 0,17 | | |
| | Energía Muscular | 23,35 | 3,40 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 13. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión del retropié izquierdo.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto por grupo | | Efecto tiempo por grupo | |
|-------------------------------|------------------|-------|------|------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Retropié Izquierdo | Control | 26,02 | 4,01 | | | | |
| | Thrust | 28,00 | 4,34 | 1,83 | 0,16 | 2,07 | 0,13 |
| | Energía Muscular | 26,44 | 4,59 | | | | |
| 2º Presión Retropié Izquierdo | Control | 25,88 | 3,50 | | | | |
| | Thrust | 28,37 | 4,55 | 3,66 | 0,03 | | |
| | Energía Muscular | 26,06 | 4,11 | | | | |
| 3º Presión Retropié Izquierdo | Control | 26,80 | 4,15 | | | | |
| | Thrust | 27,97 | 5,03 | 1,02 | 0,36 | | |
| | Energía Muscular | 26,40 | 4,37 | | | | |
| 4º Presión Retropié Izquierdo | Control | 26,26 | 3,59 | | | | |
| | Thrust | 28,20 | 5,03 | 1,78 | 0,17 | | |
| | Energía Muscular | 26,43 | 4,76 | | | | |
| 5º Presión Retropié Izquierdo | Control | 26,57 | 4,02 | | | | |
| | Thrust | 28,12 | 5,31 | 1,50 | 0,23 | | |
| | Energía Muscular | 26,27 | 4,21 | | | | |
| 6º Presión Retropié Izquierdo | Control | 27,04 | 3,86 | | | | |
| | Thrust | 28,41 | 4,70 | 1,48 | 0,23 | | |
| | Energía Muscular | 26,60 | 4,46 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 14. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión del antepié derecho.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto por grupo | | Efecto tiempo por grupo | |
|----------------------------|------------------|-------|------|------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Antepié Derecho | Control | 24,23 | 4,64 | | | | |
| | Thrust | 23,72 | 4,49 | 0,58 | 0,56 | 0,40 | 0,67 |
| | Energía Muscular | 24,91 | 4,11 | | | | |
| 2º Presión Antepié Derecho | Control | 24,95 | 4,43 | | | | |
| | Thrust | 24,18 | 4,11 | 0,48 | 0,62 | | |
| | Energía Muscular | 25,17 | 4,13 | | | | |
| 3º Presión Antepié Derecho | Control | 24,15 | 4,73 | | | | |
| | Thrust | 24,43 | 5,18 | 0,22 | 0,80 | | |
| | Energía Muscular | 24,90 | 3,41 | | | | |
| 4º Presión Antepié Derecho | Control | 24,44 | 4,22 | | | | |
| | Thrust | 24,11 | 4,91 | 0,33 | 0,72 | | |
| | Energía Muscular | 24,99 | 3,80 | | | | |
| 5º Presión Antepié Derecho | Control | 24,52 | 4,69 | | | | |
| | Thrust | 24,13 | 4,96 | 0,09 | 0,91 | | |
| | Energía Muscular | 24,56 | 3,54 | | | | |
| 6º Presión Antepié Derecho | Control | 24,37 | 3,72 | | | | |
| | Thrust | 23,54 | 4,48 | 1,03 | 0,36 | | |
| | Energía Muscular | 25,03 | 4,05 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 15. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión del retropié derecho.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto por grupo | | Efecto tiempo por grupo | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|------|------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Retropié Derecho | Control | 26,38 | 5,02 | | | | |
| | Thrust | 26,02 | 4,45 | 0,99 | 0,37 | 0,53 | 0,59 |
| | Energía Muscular | 24,79 | 4,50 | | | | |
| 2º Presión Retropié Derecho | Control | 26,15 | 5,40 | | | | |
| | Thrust | 26,32 | 4,12 | 0,66 | 0,52 | | |
| | Energía Muscular | 25,06 | 4,42 | | | | |
| 3º Presión Retropié Derecho | Control | 26,01 | 5,32 | | | | |
| | Thrust | 25,04 | 4,57 | 0,58 | 0,56 | | |
| | Energía Muscular | 24,81 | 3,87 | | | | |
| 4º Presión Retropié Derecho | Control | 26,52 | 5,29 | | | | |
| | Thrust | 25,96 | 5,53 | 0,66 | 0,52 | | |
| | Energía Muscular | 25,07 | 4,02 | | | | |
| 5º Presión Retropié Derecho | Control | 26,11 | 4,89 | | | | |
| | Thrust | 25,64 | 5,45 | 0,12 | 0,88 | | |
| | Energía Muscular | 25,54 | 3,96 | | | | |
| 6º Presión Retropié Derecho | Control | 25,71 | 5,12 | | | | |
| | Thrust | 26,38 | 5,41 | 0,60 | 0,55 | | |
| | Energía Muscular | 25,02 | 4,15 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 16. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión total del pie izquierdo.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto x grupo | | Efecto tiempo x grupo | |
|--------------------------------|------------------|-------|------|----------------|------|-----------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,26 | 3,28 | | | | |
| | Thrust | 50,25 | 3,02 | 0,89 | 0,41 | 0,49 | 0,61 |
| | Energía Muscular | 50,10 | 3,09 | | | | |
| 2º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 48,89 | 3,70 | | | | |
| | Thrust | 49,60 | 3,07 | 0,68 | 0,50 | | |
| | Energía Muscular | 49,75 | 2,35 | | | | |
| 3º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,71 | 3,44 | | | | |
| | Thrust | 50,51 | 3,22 | 0,50 | 0,61 | | |
| | Energía Muscular | 50,28 | 3,09 | | | | |
| 4º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,03 | 3,66 | | | | |
| | Thrust | 50,12 | 4,14 | 0,71 | 0,49 | | |
| | Energía Muscular | 49,72 | 3,10 | | | | |
| 5º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,54 | 3,42 | | | | |
| | Thrust | 49,95 | 3,74 | 0,14 | 0,87 | | |
| | Energía Muscular | 49,88 | 2,68 | | | | |
| 6º Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,90 | 3,86 | | | | |
| | Thrust | 50,16 | 3,42 | 0,04 | 0,96 | | |
| | Energía Muscular | 49,95 | 3,63 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 17. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión total del pie derecho.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto x grupo | | Efecto tiempo x grupo | |
|------------------------------------|------------------|-------|------|----------------|------|-----------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Total Pie Derecho | Control | 50,62 | 3,27 | | | | |
| | Thrust | 49,74 | 3,05 | 0,89 | 0,41 | 0,52 | 0,59 |
| | Energía Muscular | 49,71 | 2,83 | | | | |
| 2º Presión Total Pie Derecho | Control | 51,10 | 3,70 | | | | |
| | Thrust | 50,50 | 2,89 | 0,66 | 0,52 | | |
| | Energía Muscular | 50,24 | 2,35 | | | | |
| 3º Presión Total Pie Derecho | Control | 50,16 | 3,34 | | | | |
| | Thrust | 49,48 | 3,24 | 0,36 | 0,69 | | |
| | Energía Muscular | 49,72 | 3,08 | | | | |
| 4º Presión Total Pie Derecho | Control | 50,96 | 3,67 | | | | |
| | Thrust | 50,07 | 3,71 | 0,67 | 0,51 | | |
| | Energía Muscular | 50,07 | 2,99 | | | | |
| 5º Presión Total Pie Derecho | Control | 50,64 | 3,16 | | | | |
| | Thrust | 49,78 | 3,50 | 0,60 | 0,55 | | |
| | Energía Muscular | 50,11 | 2,67 | | | | |
| 6º Presión Total Pie Derecho | Control | 50,09 | 3,81 | | | | |
| | Thrust | 49,93 | 3,36 | 0,02 | 0,98 | | |
| | Energía Muscular | 50,05 | 3,63 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 18. Análisis de los grupos de intervención con MANOVA en la presión anterior total.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto por grupo | | Efecto tiempo por grupo | |
|---------------------------|------------------|-------|------|------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Anterior Total | Control | 47,47 | 7,47 | | | | |
| | Thrust | 45,97 | 6,47 | 1,18 | 0,31 | 1,44 | 0,24 |
| | Energía Muscular | 48,57 | 6,34 | | | | |
| 2º Presión Anterior Total | Control | 47,95 | 6,59 | | | | |
| | Thrust | 45,40 | 6,53 | 2,31 | 0,11 | | |
| | Energía Muscular | 48,85 | 6,75 | | | | |
| 3º Presión Anterior Total | Control | 47,05 | 7,50 | | | | |
| | Thrust | 46,96 | 7,24 | 0,71 | 0,49 | | |
| | Energía Muscular | 48,78 | 5,51 | | | | |
| 4º Presión Anterior Total | Control | 47,21 | 6,54 | | | | |
| | Thrust | 46,03 | 6,82 | 0,91 | 0,40 | | |
| | Energía Muscular | 48,27 | 6,39 | | | | |
| 5º Presión Anterior Total | Control | 47,49 | 6,98 | | | | |
| | Thrust | 45,96 | 7,11 | 0,93 | 0,39 | | |
| | Energía Muscular | 48,17 | 5,58 | | | | |
| 6º Presión Anterior Total | Control | 47,23 | 5,77 | | | | |
| | Thrust | 45,29 | 6,56 | 2,04 | 0,14 | | |
| | Energía Muscular | 48,38 | 6,02 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

Tabla 19. Análisis de los grupos con MANOVA en la presión posterior total.

| Variable | Grupo | Media | DE | Efecto x grupo | | Efecto tiempo x grupo | |
|----------------------------|------------------|-------|------|----------------|------|-----------------------|------|
| | | | | F | p | F | p |
| 1º Presión Posterior Total | Control | 52,41 | 7,44 | | | | |
| | Thrust | 54,02 | 6,46 | 1,38 | 0,25 | 1,52 | 0,22 |
| | Energía Muscular | 51,23 | 6,08 | | | | |
| 2º Presión Posterior Total | Control | 52,04 | 6,60 | | | | |
| | Thrust | 54,70 | 6,53 | 2,47 | 0,09 | | |
| | Energía Muscular | 51,13 | 6,74 | | | | |
| 3º Presión Posterior Total | Control | 52,82 | 7,29 | | | | |
| | Thrust | 53,02 | 7,23 | 0,67 | 0,51 | | |
| | Energía Muscular | 51,22 | 5,52 | | | | |
| 4º Presión Posterior Total | Control | 52,78 | 6,53 | | | | |
| | Thrust | 54,16 | 7,19 | 1,26 | 0,28 | | |
| | Energía Muscular | 51,51 | 6,08 | | | | |
| 5º Presión Posterior Total | Control | 52,69 | 6,96 | | | | |
| | Thrust | 53,77 | 7,33 | 0,67 | 0,51 | | |
| | Energía Muscular | 51,82 | 5,59 | | | | |
| 6º Presión Posterior Total | Control | 52,76 | 6,19 | | | | |
| | Thrust | 54,80 | 6,62 | 2,07 | 0,13 | | |
| | Energía Muscular | 51,62 | 6,00 | | | | |

DE: Desviación típica; F: Valor estadístico; p: Valor significativo.

5.2.2. Análisis de los grupos de intervención con la prueba estadística Kruskal-Wallis

En segundo lugar, atendiendo a las variables que no presentaron una distribución normal, se realizó un análisis de varianza para variables no paramétricas con la prueba de Kruskal-Wallis. Concretamente, se analizaron las variables área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y mediolateral, en los distintos grupos control, thrust y energía muscular. En las tablas 20-22, se pueden apreciar todos estos resultados donde no se obtiene ningún resultado significativo para dicha prueba en estos parámetros. En estas tablas se muestra el resultado en las distintas mediciones.

Tabla 20. Análisis de los grupos con la prueba Kruskal-Wallis para la variable área del centro de presiones.

| Variable | Grupo | Media | DE |
|--|------------------|-------|------|
| 1º Medición del Área del centro de presiones | Control | 2,91 | 4,37 |
| | Thrust | 2,21 | 1,70 |
| | Energía Muscular | 3,43 | 3,90 |
| | H de Krukall + P | 1,24 | 0,54 |
| 2º Medición del Área del centro de presiones | Control | 1,77 | 2,68 |
| | Thrust | 1,55 | 1,21 |
| | Energía Muscular | 3,15 | 3,78 |
| | H Krukall + P | 5,14 | 0,07 |
| 3º Medición del Área del centro de presiones | Control | 1,90 | 1,84 |
| | Thrust | 3,00 | 7,15 |
| | Energía Muscular | 3,00 | 3,48 |
| | H Krukall + P | 1,89 | 0,39 |
| 4º Medición del Área del centro de presiones | Control | 2,84 | 5,34 |
| | Thrust | 3,18 | 5,46 |
| | Energía Muscular | 2,61 | 2,27 |
| | H Krukall + P | 1,87 | 0,39 |
| 5º Medición del Área del centro de presiones | Control | 2,11 | 2,43 |
| | Thrust | 1,75 | 1,91 |
| | Energía Muscular | 2,75 | 3,01 |
| | H Krukall + P | 1,23 | 0,54 |

DE: desviación estándar; H Kruskal + P: valor de Kruskal Wallis y valor de significación P.

Tabla 20. Análisis de los grupos con la prueba Kruskal Wallis para la variable área del centro de presiones (continuación).

| Variable | Grupo | Media | DE |
|--|------------------|-------|------|
| 6º Medición del Área del centro de presiones | Control | 1,79 | 1,82 |
| | Thrust | 2,13 | 2,66 |
| | Energía Muscular | 2,30 | 3,66 |
| | H Krukall + P | 0,16 | 0,92 |

DE: desviación estándar; H Kruskal + P: valor de Kruskal Wallis y valor de significación P.

Tabla 21. Análisis de los grupos con la prueba Kruskal Wallis para la variable oscilación anteroposterior.

| Variable | Grupo | Media | DE |
|--|------------------|-------|------|
| 1º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 4,96 | 2,27 |
| | Thrust | 4,85 | 1,69 |
| | Energía Muscular | 6,01 | 3,47 |
| | H Krukall + P | 1,09 | 0,57 |
| 2º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 4,26 | 2,15 |
| | Thrust | 4,48 | 2,19 |
| | Energía Muscular | 5,22 | 2,96 |
| | H Krukall + P | 1,43 | 0,48 |
| 3º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 4,67 | 2,34 |
| | Thrust | 4,57 | 2,33 |
| | Energía Muscular | 5,77 | 3,67 |
| | H Krukall + P | 1,51 | 0,47 |
| 4º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 5,22 | 3,55 |
| | Thrust | 4,98 | 3,03 |
| | Energía Muscular | 5,32 | 2,78 |
| | H Krukall + P | 0,56 | 0,75 |
| 5º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 4,44 | 2,40 |
| | Thrust | 4,22 | 2,56 |
| | Energía Muscular | 4,97 | 2,64 |
| | H Krukall + P | 1,62 | 0,44 |
| 6º Medición de la Oscilación Anteroposterior | Control | 4,37 | 2,06 |
| | Thrust | 4,58 | 2,40 |
| | Energía Muscular | 4,86 | 2,49 |
| | H Krukall + P | 0,58 | 0,74 |

Tabla 22. Análisis de los grupos con la prueba Kruskal Wallis para la variable oscilación mediolateral

| Variable | Grupo | Media | DE |
|---|------------------|-------|------|
| 1º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,81 | 1,86 |
| | Thrust | 2,43 | 1,12 |
| | Energía Muscular | 2,81 | 1,22 |
| | H Krukall + P | 1,78 | 0,41 |
| 2º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,35 | 1,60 |
| | Thrust | 2,36 | 0,86 |
| | Energía Muscular | 2,96 | 1,55 |
| | H Krukall + P | 4,66 | 0,09 |
| 3º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,56 | 1,08 |
| | Thrust | 3,03 | 3,51 |
| | Energía Muscular | 2,86 | 1,44 |
| | H Krukall + P | 1,11 | 0,57 |
| 4º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,66 | 1,57 |
| | Thrust | 2,97 | 2,13 |
| | Energía Muscular | 2,68 | 1,29 |
| | H Krukall + P | 0,05 | 0,97 |
| 5º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,81 | 1,76 |
| | Thrust | 2,61 | 1,81 |
| | Energía Muscular | 3,01 | 1,90 |
| | H Krukall + P | 1,27 | 0,52 |
| 6º Medición de la Oscilación Mediolateral | Control | 2,38 | 1,35 |
| | Thrust | 2,55 | 1,74 |
| | Energía Muscular | 2,79 | 2,01 |
| | H Krukall + P | 0,63 | 0,72 |

DE: desviación estándar; H Kruskal + P: valor de Kruskal Wallis y valor de significación P.

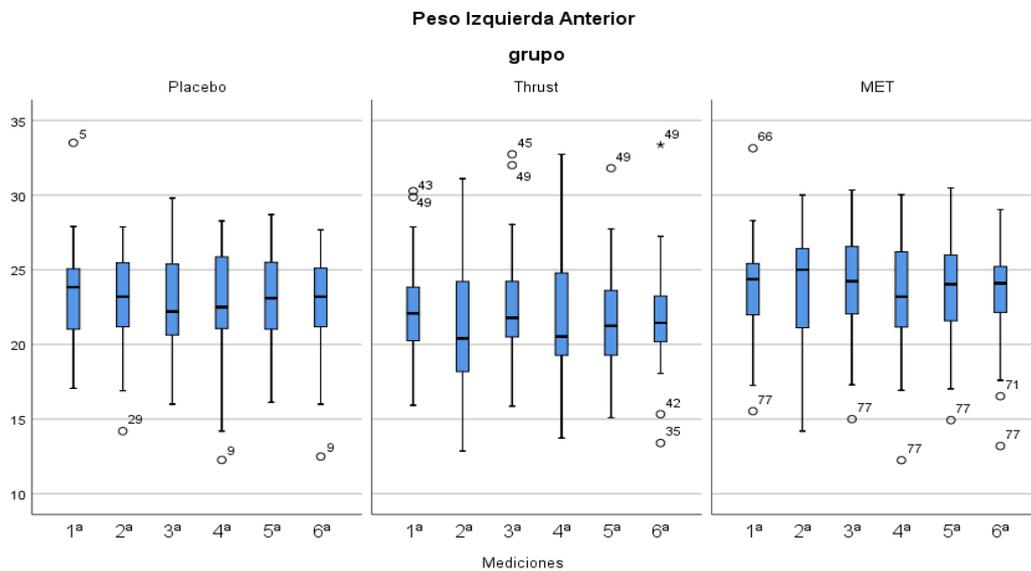
5.2.3. Análisis de las variables de intervención de forma gráfica comparando por grupos de intervención.

A continuación se muestran los valores obtenidos en las variables presión en el retropié izquierdo, presión en el antepié izquierdo, presión en el retropié derecho, presión en el antepié derecho, presión total en el antepié, presión total en el retropié, presión total en el pie izquierdo y presión total en el pie derecho. Estos valores se presentan en diagramas de caja desde la figura 14 hasta la figura 22. En

los diagramas, se aprecian los valores máximos y mínimos de cada grupo para cada medición (límites superior e inferior de cada línea), así como los valores del primer y tercer cuartil (límites inferior y superior respectivamente de los rectángulos). De la misma forma, se muestra la mediana de cada grupo (línea negra horizontal en el interior del rectángulo). Asimismo, se pueden apreciar con círculos aquellos sujetos de cada grupo que han obtenido resultados atípicos. Respecto a las variables de oscilación anteroposterior, mediolateral y área del centro de presiones, se muestran en las figuras 22, 23 y 24 gráficos de barras con los resultados obtenidos para esas variables en las distintas mediciones.

5.2.3.1. Análisis de la variable presión plantar del antepié izquierdo

En el diagrama de caja de la figura 14, se muestran los valores de la variable presión plantar del antepié izquierdo, para los distintos grupos de intervención, en las distintas mediciones del estudio. Como se muestra en la gráfica los mayores cambios se producen en el grupo thrust, llegando a ser significativos en el análisis a corto plazo. Mientras que el resto de parámetros no obtuvieron un resultado significativo.

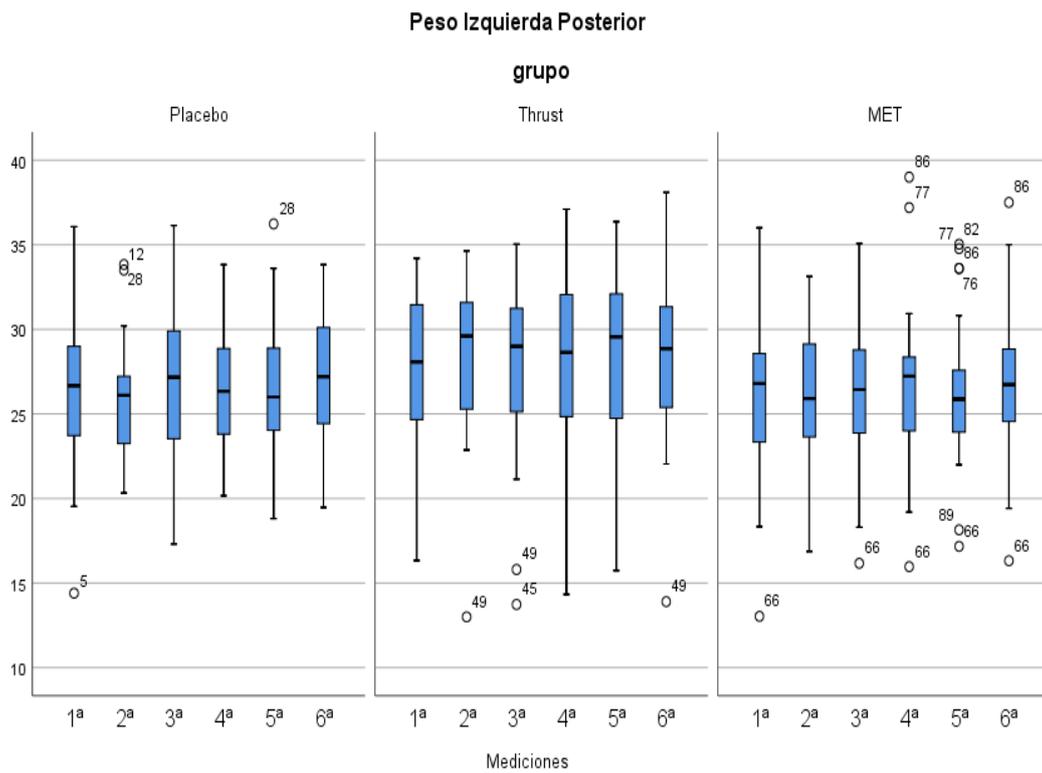


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 14. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del antepié izquierdo.

5.2.3.2. Análisis de la variable de presión plantar del retropié izquierdo

En el diagrama de caja de la figura 15, se aprecian los valores de la variable de presión plantar del retropié izquierdo, para los distintos grupos de intervención, en las distintas mediciones del estudio. En esta gráfica se puede observar como en la anterior que en el grupo de thrust se produce un mayor cambio tras manipulación aunque no llega a ser significativo.

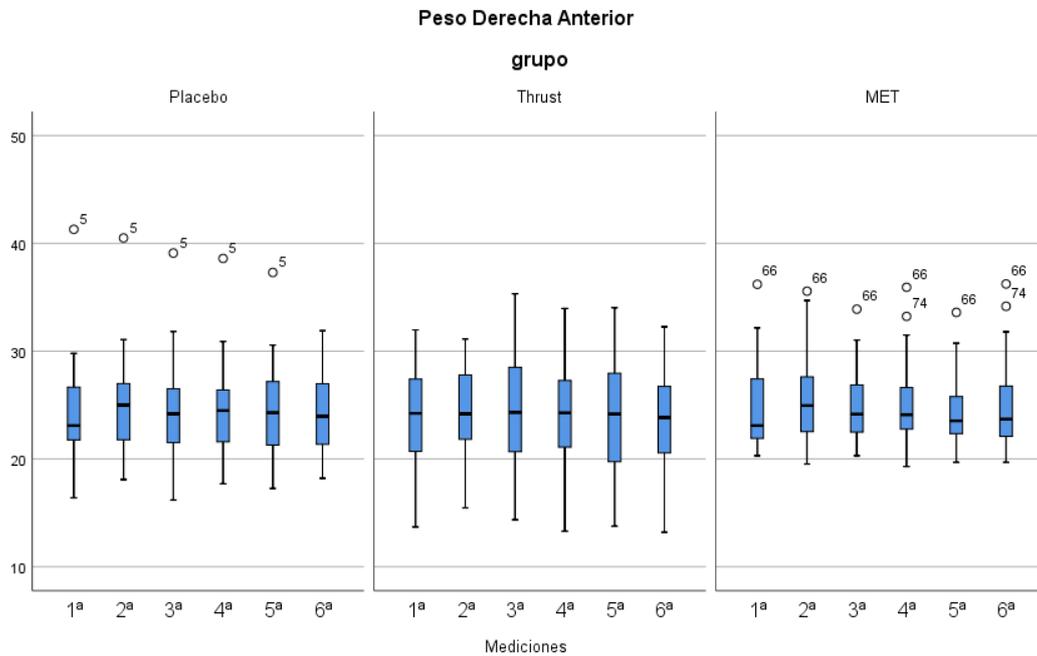


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 15. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del retropié izquierdo.

5.2.3.3. Análisis de la variable presión plantar del antepié derecho

La variable de presión plantar en el antepié derecho se puede observar en la figura 16. En ella, se muestran los diferentes cambios producidos en los grupos de intervención placebo, thrust y energía muscular. En esta figura se observa cómo en el grupo thrust, al igual que en las anteriores gráficas, un mayor cambio y amplitud en los resultados, a diferencia del grupo control o placebo que presenta una distribución más homogénea. Sin embargo, en el grupo de la técnica de energía muscular se aprecia una mayor amplitud en la segunda medición aunque sin haber cambios significativos entre la primera y la segunda medición.

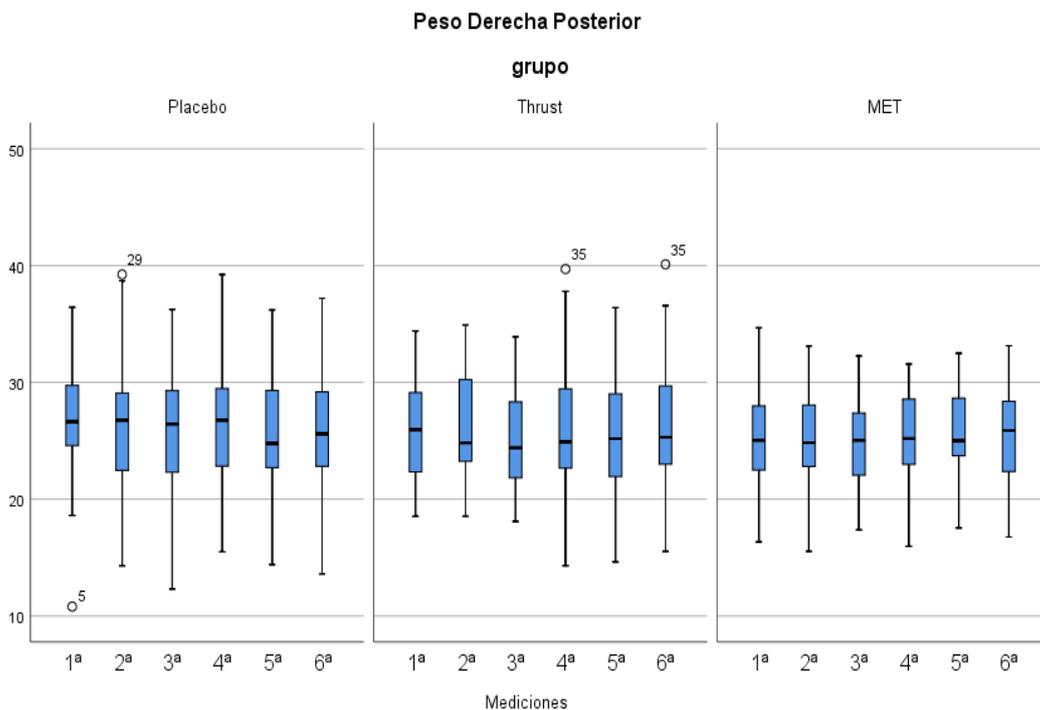


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 16. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del antepié derecho.

5.2.3.4. Análisis de la variable presión plantar del retropié derecho

Se puede apreciar en la figura 17 los resultados obtenidos, tras las intervenciones en los tres grupos, en la variable de presión plantar del retropié derecho. En esta figura, se observa como el grupo control tras aplicar el placebo aumenta la amplitud de los resultados mientras que esto solo pasa en el grupo thrust en la segunda intervención.

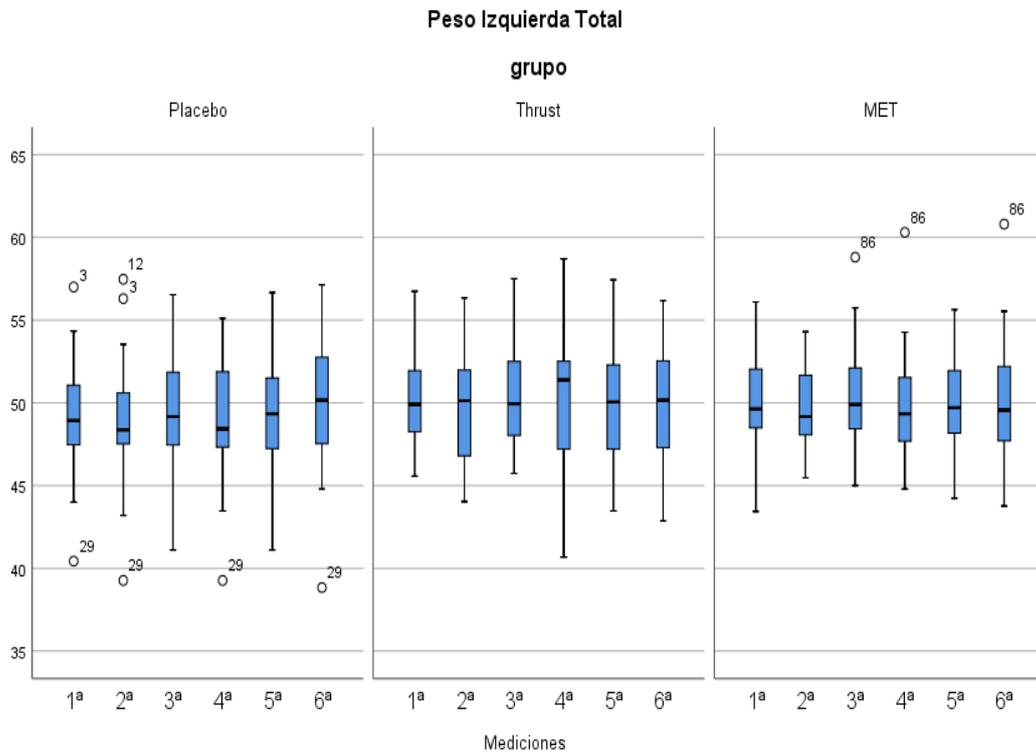


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 17. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar del retropié derecho.

5.2.3.5. Análisis de la variable presión plantar total del pie izquierdo

En la figura 18 se pueden observar las diferentes distribuciones en los cambios obtenidos en los grupos de intervención placebo, thrust y energía muscular para la variable de presión plantar total del pie izquierdo. En esta figura se demuestra cómo en el grupo control existe una mayor distribución de la presión plantar en la tercera y quinta medición, mientras que esta es mayor en la cuarta medición del grupo thrust tras la segunda intervención; mostrando como en las figuras anteriores que este grupo presenta un mayor cambio, aumentando la distribución cuando se aplica una manipulación.

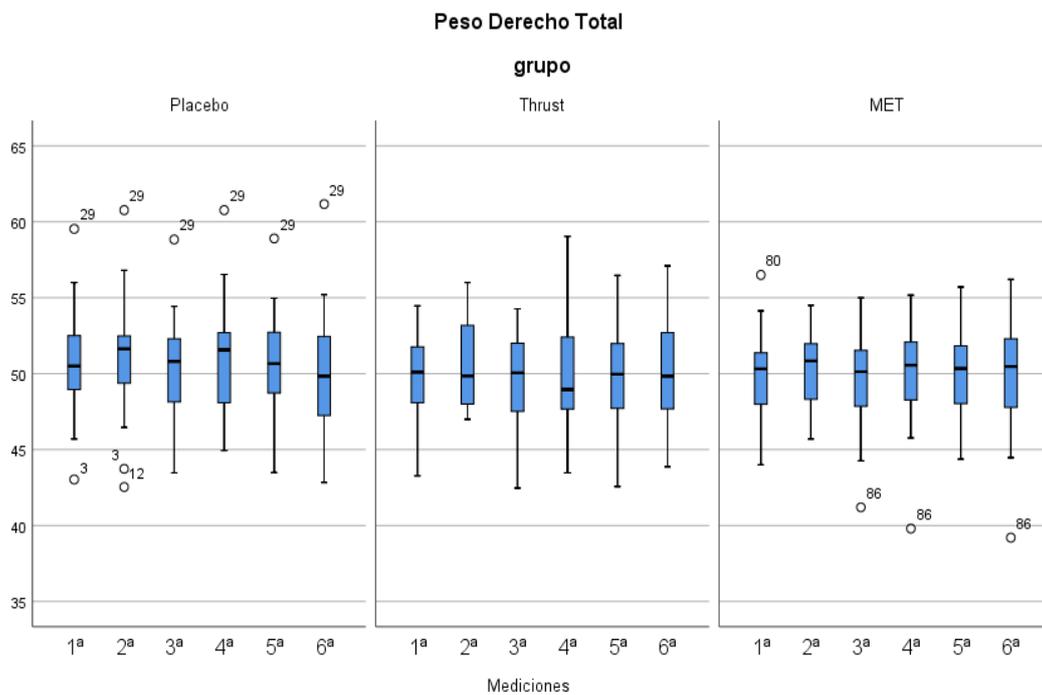


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 18. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del pie izquierdo.

5.2.3.6. Análisis de la variable presión plantar total del pie derecho

En la siguiente figura 19, se valora la variable de presión plantar total del pie derecho. En ella, se muestran las diferentes distribuciones en los cambios obtenidos en los grupos de intervención placebo, thrust y energía muscular. En esta figura, se puede apreciar como el grupo de energía muscular y control es mayormente homogéneo tras las intervenciones, mientras que el grupo de thrust muestra al igual que en las anteriores figuras una gran diferencia en su distribución tras la aplicación de la técnica. Destacando una menor amplitud de resultados en la segunda medición tras la primera intervención y una mayor amplitud tras la segunda intervención.

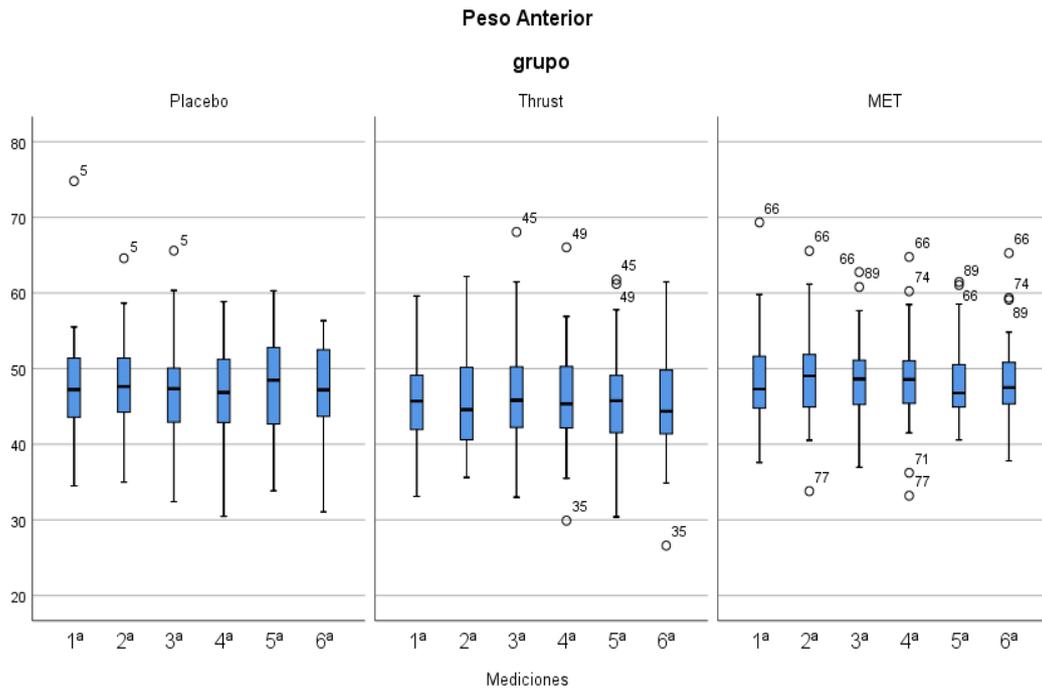


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 19. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del pie derecho.

5.2.3.7. Análisis de la variable presión plantar total del antepié

En la figura 20 se muestran los cambios obtenidos en la variable presión plantar anterior total en los grupos placebo, thrust y energía muscular. En esta figura se observa cómo los grupos control y thrust presentan una mayor amplitud en los resultados tras la intervención que el grupo de energía muscular.

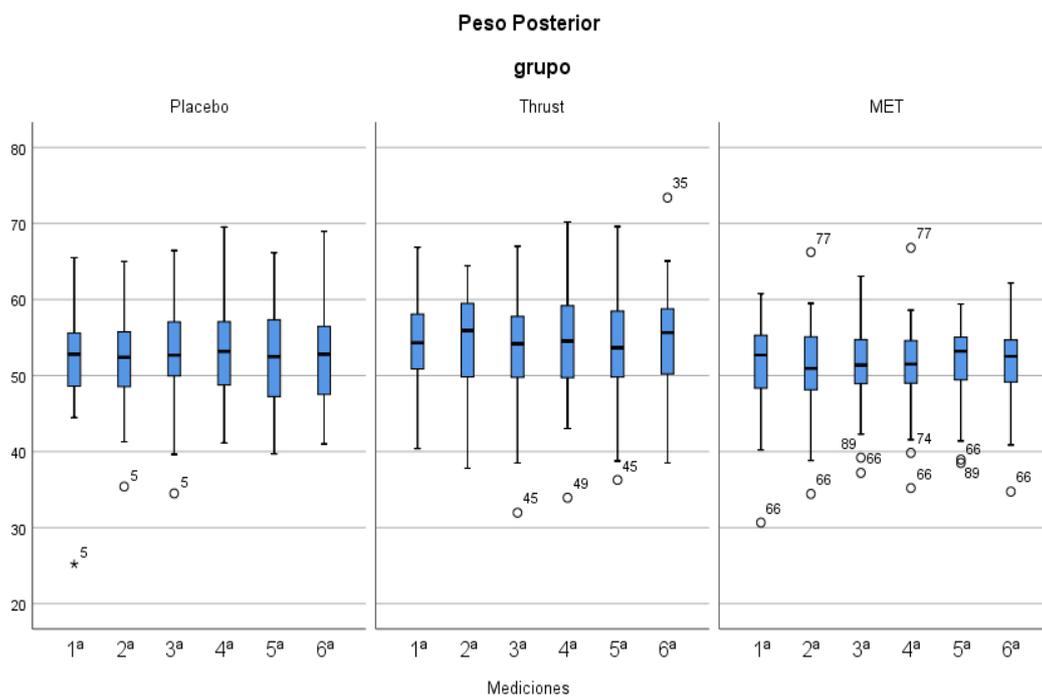


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 20. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del antepié.

5.2.3.8. Análisis de la variable presión plantar total del retropié

En la figura 21, se observan los resultados obtenidos en los grupos de intervención placebo, thrust y energía muscular, en la variable de presión plantar posterior total. Al igual que en la figura anterior, en esta figura se observa cómo los grupos control y thrust se comportan con una mayor amplitud de resultados en las mediciones post-intervención, mientras que en el caso del grupo de energía muscular se presenta una menor distribución de la presión plantar.

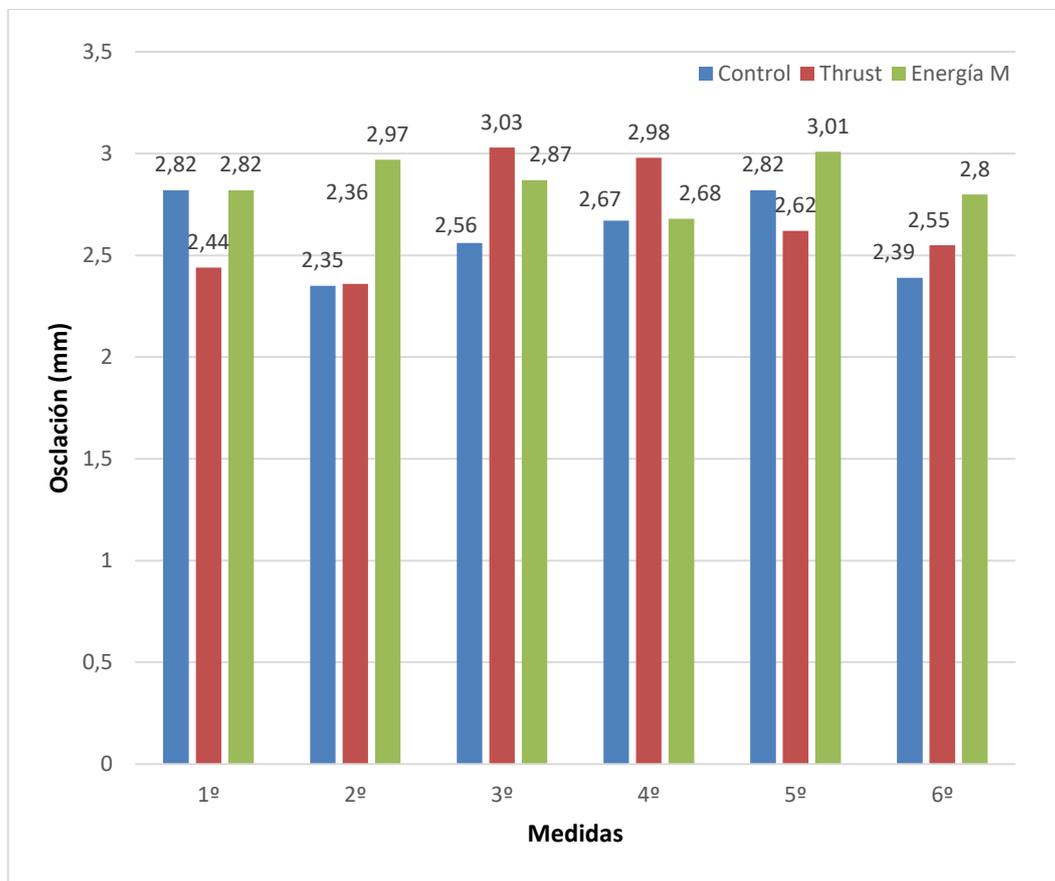


Placebo: Grupo control; MET: Grupo de intervención con la técnica de energía muscular.

Figura 21. Variable descriptiva de los grupos de intervención: presión plantar total del retropié.

5.2.3.9. Análisis de la variable oscilación mediolateral

En la siguiente figura 22 se aprecian los valores obtenidos en milímetros, en los grupos control, thrust y energía muscular para la variable oscilación mediolateral. En estas gráficas se puede observar cómo evolucionan los grupos tras las intervenciones, mostrándose el valor medio de cada grupo para cada medición en la cima de las barras. Se aprecia cómo tras las técnicas de thrust y aplicación de placebo las medias mejoran en la segunda medición. Sin embargo, en la última medición se valora que del grupo de energía muscular y el grupo control mejoran sus medias, pero el grupo de thrust no la mejora a largo plazo.

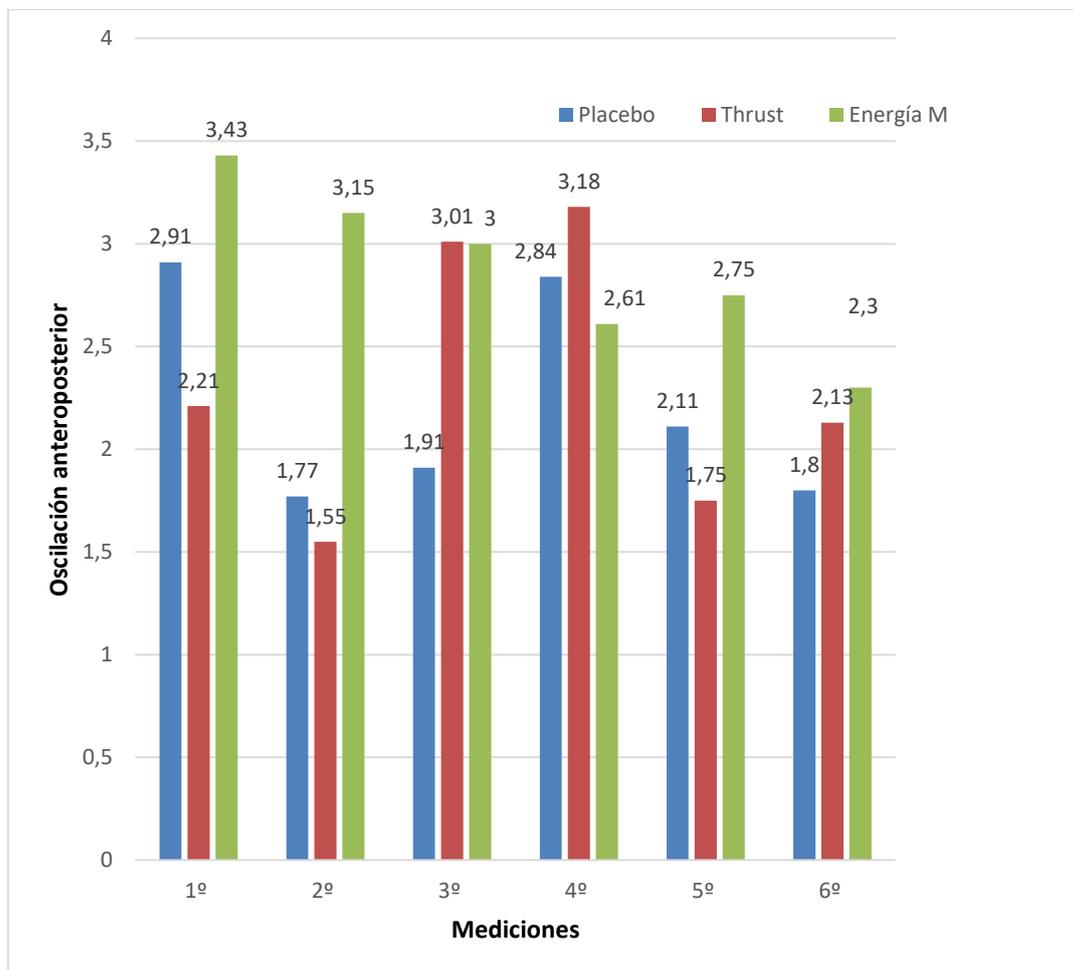


Energía M: energía muscular.

Figura 22. Resultados de la variable de los grupos de intervención: oscilación mediolateral.

5.2.3.10. Análisis de la variable oscilación anteroposterior

A continuación, en la figura 23 se muestran los valores obtenidos en milímetros, en la variable oscilación anteroposterior para los tres grupos tras la aplicación de las intervenciones. En la gráfica se aprecia cómo mejoran los grupos de intervención, tras la primera y tercera intervención; mientras que el grupo de energía muscular, mejora también en la segunda intervención y presenta una mayor disminución en la última intervención si lo comparamos con el resultado inicial.

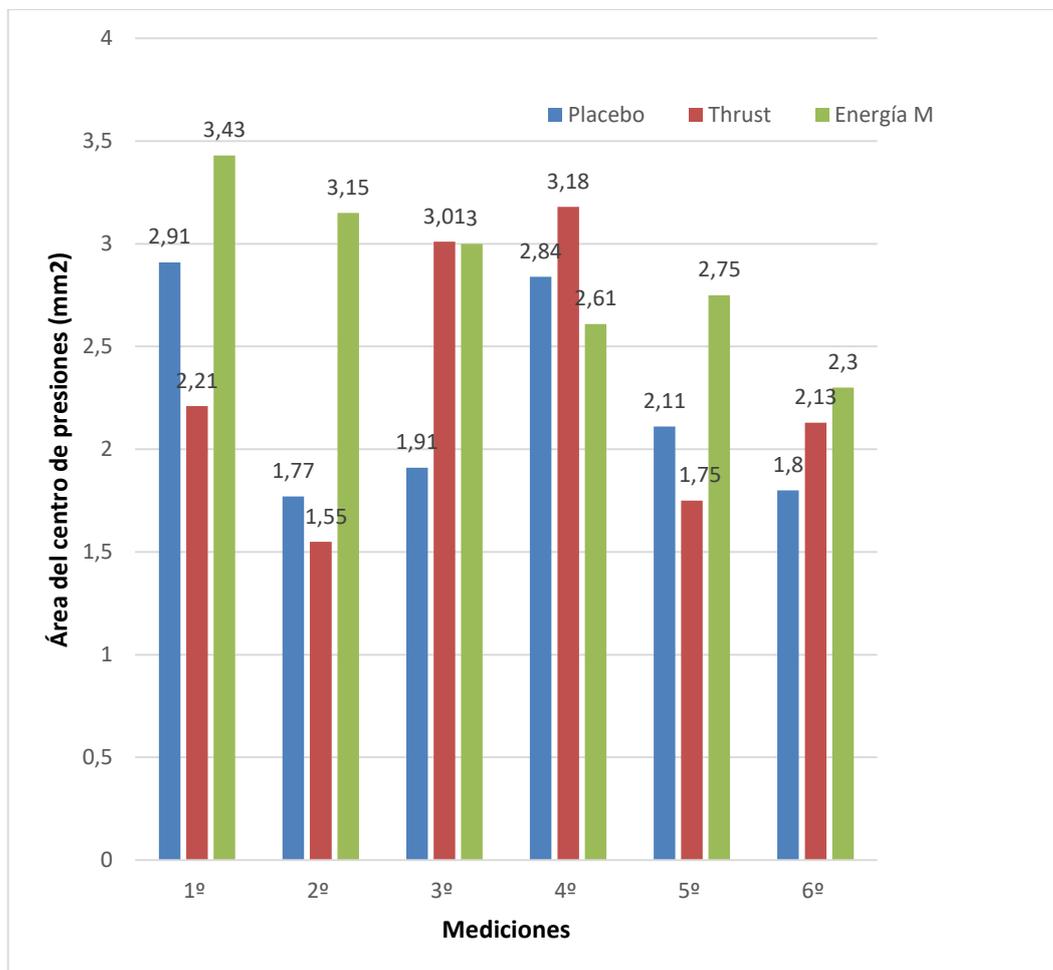


Energía M: energía muscular.

Figura 23. Resultados de la variable de los grupos de intervención: oscilación mediolateral.

5.2.3.11. Análisis de la variable área del centro de presiones

Por último, se presentan en la figura 24 los resultados obtenidos, en milímetros cuadrados, en el área del centro de presiones para los tres grupos tras la realización de las intervenciones. Se aprecia que todos los grupos disminuyen comparando la primera medición con la última, aunque en la segunda medición el grupo de thrust y el grupo control no mejoran. Asimismo, la mejora del grupo de energía muscular en la última medición es mayor en que la de los otros dos grupos, comparando con el resultado inicial.



Energía M: energía muscular.

Figura 24. Resultados de la variable de los grupos de intervención: área del centro de presiones.

5.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DISTINTAS VARIABLES

5.3.1. Análisis multivariante (MANOVA) de los grupos de intervención en todas sus mediciones

En la tabla 23 se muestra el análisis de diferencias a nivel multivariante. Se muestran los valores de media y desviación típica de los distintos grupos de intervención en las distintas medidas. Se presentan seis medidas al ser tres intervenciones con evaluación pre- y post-intervención. Se muestra en la fila de la variable “MANOVA F + p” los valores de significación del análisis, mostrándose en negrita los valores inferiores a 0,05.

Tabla 23. Análisis MANOVA para los grupos en las diferentes mediciones.

| Variable | Grupo | 1ª intervención | | 2ª intervención | | 3ª intervención | | 4ª intervención | | 5ª intervención | | 6ª intervención | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|--------|-----------------|-------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post |
| | | M / F | DE / p | M / F | DE / p | M / F | DE / p | M / F | DE / p | M / F | DE / p | M / F | DE / p |
| Presión Antepié Izquierdo | Control | 23,24 | 3,50 | 23,00 | 3,38 | 22,90 | 3,59 | 22,77 | 3,79 | 22,97 | 3,30 | 22,86 | 3,32 |
| | Thrust | 22,25 | 3,48 | 21,22 | 3,83 | 22,53 | 3,70 | 21,92 | 4,29 | 21,83 | 3,46 | 21,75 | 3,59 |
| | Energía M. | 23,66 | 3,50 | 23,68 | 3,76 | 23,88 | 3,58 | 23,28 | 4,01 | 23,61 | 3,61 | 23,35 | 3,40 |
| | MANOVA F + p | 1,36 | 0,26 | 3,81 | 0,03 | 1,16 | 0,31 | 0,92 | 0,40 | 2,14 | 0,12 | 1,80 | 0,17 |
| Presión Retropié Izquierdo | Control | 26,03 | 4,01 | 25,89 | 3,50 | 26,81 | 4,16 | 26,26 | 3,59 | 26,58 | 4,02 | 27,05 | 3,87 |
| | Thrust | 28,00 | 4,35 | 28,38 | 4,55 | 27,97 | 5,03 | 28,20 | 5,03 | 28,12 | 5,31 | 28,41 | 4,70 |
| | Energía M. | 26,44 | 4,59 | 26,07 | 4,12 | 26,40 | 4,37 | 26,44 | 4,76 | 26,28 | 4,21 | 26,60 | 4,46 |
| | MANOVA F + p | 1,82 | 0,17 | 3,66 | 0,03 | 1,02 | 0,36 | 1,78 | 0,17 | 1,50 | 0,23 | 1,48 | 0,23 |
| Presión Antepié Derecho | Control | 24,24 | 4,65 | 24,95 | 4,43 | 24,15 | 4,74 | 24,44 | 4,22 | 24,53 | 4,69 | 24,38 | 3,72 |
| | Thrust | 23,72 | 4,50 | 24,18 | 4,12 | 24,44 | 5,19 | 24,11 | 4,92 | 24,13 | 4,96 | 23,55 | 4,48 |
| | Energía M. | 24,92 | 4,11 | 25,17 | 4,14 | 24,90 | 3,41 | 25,00 | 3,80 | 24,57 | 3,54 | 25,03 | 4,05 |
| | MANOVA F + p | 0,58 | 0,56 | 0,48 | 0,62 | 0,22 | 0,80 | 0,33 | 0,72 | 0,09 | 0,91 | 1,03 | 0,36 |
| Presión Retropié Derecho | Control | 26,39 | 5,03 | 26,15 | 5,40 | 26,01 | 5,33 | 27,52 | 5,30 | 26,12 | 4,89 | 25,71 | 5,12 |
| | Thrust | 26,02 | 4,45 | 26,33 | 4,13 | 25,05 | 4,58 | 25,97 | 5,54 | 25,65 | 5,45 | 26,39 | 5,41 |
| | Energía M. | 24,79 | 4,50 | 25,07 | 4,43 | 24,82 | 3,87 | 25,04 | 4,03 | 25,55 | 3,96 | 25,03 | 4,15 |
| | MANOVA F + p valor | 0,99 | 0,41 | 0,66 | 0,52 | 0,58 | 0,56 | 0,66 | 0,52 | -0,12 | 0,88 | 0,60 | 0,55 |
| Presión Total Pie Izquierdo | Control | 49,26 | 3,29 | 48,89 | 3,70 | 49,71 | 3,44 | 49,04 | 3,66 | 49,54 | 3,42 | 49,91 | 3,86 |
| | Thrust | 50,25 | 3,03 | 49,60 | 3,08 | 50,51 | 3,22 | 50,12 | 4,14 | 49,95 | 3,74 | 50,16 | 3,42 |
| | Energía M. | 50,10 | 3,10 | 49,75 | 2,36 | 50,29 | 3,10 | 49,72 | 3,10 | 49,88 | 2,68 | 49,95 | 3,63 |
| | MANOVA F + p valor | 0,89 | 0,41 | 0,69 | 0,51 | 0,50 | 0,61 | 0,71 | 0,50 | 0,14 | 0,87 | 0,04 | 0,96 |
| Presión Total Pie Derecho | Control | 50,63 | 3,27 | 51,10 | 3,71 | 50,17 | 3,34 | 50,96 | 3,67 | 50,64 | 3,16 | 50,09 | 3,81 |
| | Thrust | 49,75 | 3,06 | 50,51 | 2,90 | 49,48 | 3,24 | 50,08 | 3,71 | 49,78 | 3,51 | 49,94 | 3,36 |
| | Energía M. | 49,71 | 2,84 | 50,24 | 2,35 | 49,72 | 3,08 | 50,07 | 3,00 | 50,11 | 2,67 | 50,06 | 3,63 |
| | MANOVA F + p | 1,18 | 0,31 | 0,66 | 0,52 | 0,36 | 0,70 | 0,68 | 0,51 | 0,60 | 0,55 | 0,02 | 0,98 |

M: Media. DE: Desviación estándar. F: Valor estadístico. p: Valor significación.

Como se puede observar en la tabla 23 se aprecia, teniendo en cuenta la primera toma, que se obtuvo un cambio significativo (p=0,26) en la segunda toma

en relación a la variable de presión en el antepié izquierdo, a favor del grupo thrust. Asimismo, en la segunda toma se advierte un cambio significativo ($p= 0,30$), considerando la primera toma, en relación con el grupo thrust.

La tabla siguiente se continúa mostrando datos del análisis multivariante. En este análisis se aprecia que el valor obtenido en la variable de presión total del retropié ($p= 0,09$) es próxima a la significación, para la segunda medición, que señala el efecto agudo de la intervención.

Tabla 23. (Continuación) Análisis MANOVA para los grupos en las diferentes mediciones.

| Variable | Grupo | 1ª intervención | | 2ª intervención | | 3ª intervención | | 4ª intervención | | 5ª intervención | | 6ª intervención | |
|----------------------------|--------------------|-----------------|------|-----------------|-------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| | | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post |
| | | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD |
| | | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p | F | p |
| Presión Total Del Antepié | Control | 47,47 | 7,47 | 47,95 | 6,59 | 47,05 | 7,50 | 47,21 | 6,54 | 47,49 | 6,99 | 47,23 | 5,77 |
| | Thrust | 45,97 | 6,47 | 45,40 | 6,54 | 46,97 | 7,24 | | 6,82 | 45,96 | 7,12 | 45,30 | 6,57 |
| Energía Muscular | | 48,58 | 6,34 | 48,86 | 6,75 | 48,79 | 5,52 | 48,28 | 6,39 | 48,17 | 5,59 | 48,38 | 6,02 |
| | MANOVA F + p valor | 1,38 | 0,26 | 2,31 | 0,10 | 0,71 | 0,49 | 0,91 | 0,40 | 0,93 | 0,40 | 2,04 | 0,14 |
| Presión Total Del Retropié | Control | 52,42 | 7,44 | 52,04 | 6,60 | 52,82 | 7,29 | 52,78 | 6,53 | 52,69 | 6,97 | 52,76 | 6,20 |
| | Thrust | 54,02 | 6,46 | 54,71 | 6,53 | 53,02 | 7,24 | 54,17 | 7,20 | 53,77 | 7,33 | 54,80 | 6,63 |
| Energía Muscular | | 51,24 | 6,08 | 51,14 | 6,74 | 51,22 | 5,52 | 51,51 | 6,08 | 51,82 | 5,59 | 51,63 | 6,00 |
| | MANOVA F + p valor | 0,95 | 0,39 | 2,48 | 0,09 | 0,67 | 0,51 | 1,26 | 0,29 | 0,67 | 0,51 | 2,07 | 0,13 |

M: Media. DE: Desviación estándar. F: Valor estadístico. p: Valor significación.

5.3.2 Análisis de los grupos de intervención siguiendo la H de Kruskal-Wallis

Para las variables de distribución no normal, se aplicó un análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis en las seis mediciones de las tres tomas. Estas variables fueron área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral. En las tablas 24 y 25, se muestra el análisis realizado en las distintas mediciones o tomas.

Tabla 24. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en la primera, segunda y tercera medición.

| Mediciones de las variables | H de Kruskal-Wallis | Significación |
|---|---------------------|---------------|
| Medición 1 Área del centro de presiones | 1,24 | 0,54 |
| Medición 1 Oscilación Anteroposterior | 5,14 | 0,08 |
| Medición 1 Oscilación Mediolateral | 1,89 | 0,39 |
| Medición 2 Área del centro de presiones | 1,87 | 0,39 |
| Medición 2 Oscilación Anteroposterior | 1,23 | 0,54 |
| Medición 2 Oscilación Mediolateral | 0,17 | 0,92 |

Tabla 24. (Continuación). Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en la primera, segunda y tercera medición.

| Mediciones de las variables | H de Kruskal-Wallis | Significación |
|---|---------------------|---------------|
| Medición 3 Área del centro de presiones | 1,10 | 0,58 |
| Medición 3 Oscilación Anteroposterior | 1,44 | 0,49 |
| Medición 3 Oscilación Mediolateral | 1,51 | 0,47 |

Tabla 25. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en la cuarta, quinta y sexta medición.

| Mediciones de las variables | H de Kruskal-Wallis | Significación |
|---|---------------------|---------------|
| Medición 4 Área del centro de presiones | 0,57 | 0,75 |
| Medición 4 Oscilación Anteroposterior | 1,62 | 0,44 |
| Medición 4 Oscilación Mediolateral | 0,59 | 0,74 |
| Medición 5 Área del centro de presiones | 1,78 | 0,41 |
| Medición 5 Oscilación Anteroposterior | 4,66 | 0,09 |
| Medición 5 Oscilación Mediolateral | 1,11 | 0,57 |
| Medición 6 Área del centro de presiones | 0,05 | 0,97 |
| Medición 6 Oscilación Anteroposterior | 1,28 | 0,53 |
| Medición 6 Oscilación Mediolateral | 0,63 | 0,73 |

Como se aprecia en la tabla 24, existe un valor próximo a la significación en la variable de oscilación anteroposterior en la primera medición ($p=0,08$).

5.4. ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN

5.4.1. Análisis multivariante (MANOVA) de medidas repetidas en los grupos de intervención

Para el análisis de las intervenciones, se realizó un análisis de los datos de significación obtenidos en la prueba MANOVA, segmentando la base de datos por grupo. Como se muestra en la tabla 26, se comparó el resultado de las distintas mediciones del estudio. Se compara la medición inicial (medida 1) con la segunda medición post-intervención (medida 2), para comparar el efecto agudo de las intervenciones. Después se compara el resultado de la primera medición (medida 1) con la medición obtenida a la semana, en la segunda pre-intervención (medida 3), para observar el efecto a medio plazo. A continuación se compara la primera medición (medida 1) con la medición obtenida a las tres semanas en la tercera pre-

intervención (medida 5), para observar la diferencia en el efecto a largo plazo de la intervención. Por último, se compara la primera medición (medida 1) frente al resultado obtenido tras la aplicación de la tercera y última intervención (toma 6), con el fin de apreciar si, tras la aplicación de varias sesiones separadas en el tiempo, el efecto resulta significativo. Se muestra en negrita los cambios significativos (menores a 0,05) o próximos a la significación (cerca del valor 0,05).

Los resultados del análisis muestran que aparece un valor significativo en la variable de presión plantar en el antepié izquierdo para el grupo thrust ($p=0,01$), en la comparación entre la primera y la segunda medición. Asimismo, para el grupo thrust existe también un valor próximo a la significación ($p=0,06$) en la variable presión total del pie derecho, al comparar la primera y segunda medición. Respecto al grupo control se observa un valor próximo a la significación en la variable de presión en el antepié de la pierna derecha ($p=0,06$) en el análisis de la primera y segunda medición.

Tabla 26. Análisis MANOVA para los distintos grupos en las diferentes mediciones con análisis de medidas repetidas.

| Variable | Grupo | Medidas 1 y 2 | | Medidas 1 y 3 | | Medidas 1 y 5 | | Medidas 1 y 6 | |
|----------------------------|-----------|---------------|-------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | Dif | | Dif | | Dif | | Dif | |
| | | | P | | P | | P | | P |
| Presión Antepié Izquierdo | Control | 0,23 | 0,61 | 0,33 | 0,38 | 0,27 | 0,61 | 0,37 | 0,56 |
| | Thrust | 1,02 | 0,01 | -0,28 | 0,55 | 0,41 | 0,30 | 0,49 | 0,25 |
| | Energía M | -0,02 | 0,94 | -0,22 | 0,56 | 0,05 | 0,84 | 0,30 | 0,43 |
| Presión Retropié Izquierdo | Control | 0,14 | 0,73 | -0,78 | 0,07 | -0,51 | 0,23 | -1,02 | 0,08 |
| | Thrust | -0,37 | 0,34 | 0,02 | 0,96 | 0,12 | 0,81 | -0,41 | 0,44 |
| | Energía M | 0,37 | 0,47 | 0,04 | 0,93 | 0,16 | 0,77 | -0,15 | 0,80 |
| Presión Antepié Derecho | Control | -0,71 | 0,06 | 0,01 | 0,83 | -0,28 | 0,42 | -0,14 | 0,78 |
| | Thrust | -0,45 | 0,24 | -0,71 | 0,31 | -0,40 | 0,22 | 0,17 | 0,63 |
| | Energía M | -0,25 | 0,47 | 0,01 | 0,97 | -0,35 | 0,33 | -0,11 | 0,78 |

Energía M: Energía muscular. Dif: Diferencia en el valor estadístico. P: Valor de significación.

Tabla 26. (Continuación). Análisis MANOVA para los distintos grupos en las diferentes mediciones con análisis de medidas repetidas.

| Variable | Grupo | Medidas 1 y 2 | | Medidas 1 y 3 | | Medidas 1 y 5 | | Medidas 1 y 6 | |
|-----------------------------|-----------|---------------|-------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | Dif | | Dif | | Dif | | Dif | |
| | | | P | | P | | P | | P |
| Presión Retropié Derecho | Control | 0,23 | 0,62 | 0,37 | 0,45 | 0,27 | 0,61 | 0,67 | 0,29 |
| | Thrust | -0,30 | 0,52 | 0,96 | 0,13 | 0,37 | 0,49 | -0,36 | 0,46 |
| | Energía M | -0,27 | 0,56 | -0,02 | 0,95 | -0,75 | 0,13 | -0,23 | 0,59 |
| Presión Total Pie Izquierdo | Control | 0,37 | 0,41 | -0,44 | 0,31 | -0,28 | 0,52 | -0,64 | 0,25 |
| | Thrust | 0,64 | 0,10 | -0,25 | 0,45 | 0,29 | 0,50 | 0,08 | 0,83 |
| | Energía M | 0,34 | 0,30 | -0,18 | 0,66 | -0,22 | 0,62 | 0,14 | 0,77 |
| Presión Total Pie Derecho | Control | -0,47 | 0,31 | 0,46 | 0,29 | -0,01 | 0,97 | 0,53 | 0,35 |
| | Thrust | -0,76 | 0,06 | 0,26 | 0,45 | -0,03 | 0,93 | -0,19 | 0,64 |
| | Energía M | -0,52 | 0,10 | -0,01 | 0,97 | -0,40 | 0,30 | -0,34 | 0,50 |
| Presión Total Retropié | Control | 0,37 | 0,55 | -0,40 | 0,52 | -0,27 | 0,72 | -0,34 | 0,70 |
| | Thrust | -0,68 | 0,25 | 1,00 | 0,32 | 0,25 | 0,70 | -0,77 | 0,23 |
| | Energía M | 0,10 | 0,87 | 0,02 | 0,98 | -0,58 | 0,35 | -0,38 | 0,50 |
| Presión Total Antepié | Control | -0,48 | 0,44 | 0,42 | 0,49 | -0,01 | 0,98 | 0,24 | 0,81 |
| | Thrust | 0,56 | 0,34 | -0,99 | 0,33 | 0,01 | 0,98 | 0,67 | 0,30 |
| | Energía M | -0,27 | 0,62 | -0,21 | 0,73 | 0,40 | 0,53 | 0,19 | 0,73 |

Energía M: Energía muscular. Dif: Diferencia en el valor estadístico. P: Valor de significación.

5.4.2. Análisis de los grupos siguiendo la H de Kruskal-Wallis

Por otro lado, con el fin de realizar un procedimiento similar para las variables no paramétricas, se aplicó el estadístico H de Kruskal-Wallis. En la tabla 27 se presenta el resultado de las comparaciones entre las distintas medidas, dependiendo de las variables área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral, para los distintos grupos. Se muestra en negrita con sombreado en gris aquellos resultados significativos (menores de 0,05) o próximos a la significación (cercaos al valor 0,05).

Tabla 27. Análisis siguiendo la H de Kruskal-Wallis para los distintos grupos en las diferentes mediciones con análisis de medidas repetidas.

| Variable | Grupo | Medidas 1 y 2 | | Medidas 1 y 3 | | Medidas 1 y 5 | | Medidas 1 y 6 | |
|------------------------------|------------------|---------------|-------------|---------------|------|---------------|-------|---------------|-------------|
| | | Dif | p | Dif | p | Dif | p | Dif | p |
| Área del Centro de Presiones | Control | 1,11 | 0,12 | 1,00 | 0,25 | 0,80 | 0,34 | 1,18 | 0,15 |
| | Thrust | 0,66 | 0,05 | -0,79 | 0,55 | 0,46 | 0,24 | 0,09 | 0,87 |
| | Energía Muscular | 0,27 | 0,73 | 0,43 | 0,58 | 0,67 | 0,28 | 0,11 | 0,07 |
| Oscilación Antero-posterior | Control | 0,68 | 0,18 | 0,29 | 0,51 | 0,52 | 0,25 | 0,59 | 0,18 |
| | Thrust | 0,37 | 0,38 | 0,25 | 0,56 | 0,63 | 0,18 | 0,28 | 0,55 |
| | Energía Muscular | 0,79 | 0,25 | 0,24 | 0,67 | 1,03 | 0,04 | 1,15 | 0,01 |
| Oscilación Medio-lateral | Control | 0,46 | 0,15 | 0,25 | 0,53 | 0,00 | 1,00 | 0,43 | 0,21 |
| | Thrust | 0,07 | 0,74 | -0,59 | 0,37 | -0,18 | -0,63 | -0,12 | 0,72 |
| | Energía Muscular | -0,15 | 0,57 | -0,04 | 0,84 | -0,19 | 0,47 | 0,02 | 0,95 |

Dif: Diferencia en el valor estadístico. P: Valor de significación.

En el análisis mostrado en la tabla 27, entre la primera (medida 1) y la segunda medición (medida 2), se aprecia que el grupo thrust presenta un resultado significativo en la variable del área del centro de presiones ($p=0,05$), esto muestra el efecto a corto plazo de la intervención. En la comparación entre la primera medición (medida 1) y la última medición tras la última intervención (medida 6) se observa un valor próximo a la significación en el área del centro de presiones ($p=0,07$) y un valor significativo en la oscilación anteroposterior ($p=0,01$), para el grupo de intervención de energía muscular.

5.4.3. Análisis de los grupos mediante el tamaño del efecto usando la D de Cohen

5.4.3.1. Análisis de los grupos con tamaño del efecto a corto plazo y largo plazo

Para comparar el efecto obtenido en los distintos grupos, se realizó un análisis del tamaño del efecto siguiendo la D de Cohen (154). Todos estos datos se reflejan en la tabla 28, donde se aprecia cómo los datos más relevantes se encuentran en negrita y con sombreado gris.

Tabla 28. Análisis del tamaño del efecto en los distintos grupos y variables, en la comparación de resultados entre la primera y la segunda medida; la primera y la quinta; y la primera y la sexta medida.

| Variable | Resultado tamaño del efecto entre medida 1 y medida 2 | | | Resultado tamaño del efecto entre medida 1 y medida 5 | | | Resultado tamaño del efecto entre medida 1 y medida 6 | | |
|---------------------------------|---|-------------|-------------|---|-------------|-------------|---|-------|-------------|
| | G.C. | G.T. | G.E. M. | G.C. | G.T. | G.E.M. | G.C. | G.T. | G.E. M. |
| Presión Antepié Izquierdo | 0,07 | 0,07 | 0,28 | 0,08 | 0,12 | 0,01 | 0,11 | 0,14 | 0,09 |
| Presión Retropié Izquierdo | 0,04 | 0,04 | -0,08 | -0,14 | -0,03 | 0,04 | -0,26 | -0,09 | -0,03 |
| Presión Antepié Derecho | -0,16 | -0,16 | -0,11 | -0,06 | -0,09 | 0,09 | -0,03 | 0,04 | -0,03 |
| Presión Retropié Derecho | 0,04 | 0,04 | -0,07 | 0,05 | 0,07 | -0,18 | 0,13 | -0,07 | -0,05 |
| Presión total del pie izquierdo | 0,11 | 0,11 | 0,21 | -0,08 | 0,09 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | 0,04 |
| Presión total del pie derecho | -0,14 | -0,14 | -0,26 | -0,01 | -0,01 | -0,15 | 0,15 | -0,06 | -0,10 |
| Presión total del Antepié | -0,07 | -0,07 | 0,08 | -0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,10 | 0,03 |
| Presión total del Retropié | 0,05 | 0,05 | -0,10 | -0,04 | 0,04 | -0,10 | -0,05 | -0,12 | -0,06 |
| Área del Centro de Presiones | 0,31 | 0,31 | 0,45 | 0,23 | 0,25 | 0,19 | 0,33 | 0,04 | 0,30 |
| Oscilación Anteroposterior | 0,32 | 0,32 | 0,19 | 0,23 | 0,29 | 0,33 | 0,27 | 0,13 | 0,38 |
| Oscilación Mediolateral | 0,27 | 0,27 | 0,07 | 0,00 | -0,12 | -0,12 | 0,26 | -0,08 | 0,01 |

G.C.: Grupo control. G.T.: Grupo thrust. G.E.M.: Grupo de energía muscular.

Según los datos obtenidos en la comparación entre la primera medición y la segunda medición, en cuanto al placebo se observa un efecto moderado en el área del centro de presiones ($d= 0,31$), en la oscilación anteroposterior ($d= 0,32$) y en la oscilación mediolateral ($d= 0,27$), siendo el valor superior en la primera toma respecto a la segunda. En lo referente al grupo thrust, se observa un efecto moderado en el área del centro de presiones ($d= 0,45$), siendo el valor superior en la primera toma con respecto a la segunda. En cuanto a la técnica de energía muscular, se aprecia un efecto moderado en la oscilación anteroposterior ($d= 0,24$) puesto que el valor obtenido en la primera medida es superior a la segunda.

Asimismo, el grupo thrust presenta un tamaño del efecto considerado como significativo en la presión total del antepié ($d= 0,28$) y en la presión total del pie izquierdo ($d= 0,28$), siendo el valor superior en la primera toma con respecto a la segunda. Además, se obtiene un valor significativo en la presión total del pie derecho ($d= 0,26$) que indicaría que el valor de la primera medición es superior a la segunda. Por último, se aprecia un pequeño efecto ($d= -0,20$) en el grupo de la energía muscular en la presión total del pie derecho, donde el valor de la primera medición es menor que la segunda. Además, de acuerdo con los datos obtenidos en este análisis, se puede apreciar que a largo plazo hay un tamaño del efecto considerado como moderado en las variables área del centro de presiones ($d= 0,23$) y oscilación anteroposterior en el grupo control ($d= 0,23$) que indicaría que el valor de la primera medición es menor respecto a la segunda. Mientras que el grupo thrust presenta también un tamaño del efecto considerado como moderado en las variables área del centro de presiones ($d= 0,25$) y oscilación anteroposterior ($d= 0,29$). También el grupo de energía muscular presenta un efecto moderado en la variable oscilación anteroposterior ($d= 0,33$). Finalmente, según lo mostrado en la tabla anterior se puede valorar cómo el grupo placebo podría tener un efecto moderado a largo plazo en las variables presión izquierda del retropié en el área del centro de presiones ($d= 0,03$), en la oscilación anteroposterior ($d= 0,27$) y en la oscilación mediolateral ($d= 0,26$). Mientras que la técnica de energía muscular muestra en su grupo un tamaño del efecto considerado como moderado en el área del centro de presiones ($d= 0,30$) y en la oscilación anteroposterior ($d= 0,38$) lo que se podría interpretar que el valor de la primera toma es menor que el de la segunda.

5.5. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN PLANTAR, EL ÁREA DEL CENTRO DE PRESIONES Y LA OSCILACIÓN CON VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

5.5.1. Análisis de la correlación entre las variables sociodemográficas con la prueba de Pearson

Se realizó el análisis de las variables edad, peso y dolor lumbar para observar una posible relación con los resultados obtenidos en las intervenciones. Se aplicó la prueba de correlación de Pearson en aquellas variables que mostraron una distribución normal. En la tabla 29 se muestra el análisis de las variables de

presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié y presión total del retropié; en relación con las variables edad, peso y dolor lumbar. Tras el análisis no se observan resultados significativos o próximos a la significación para ninguna de las variables.

Tabla 29. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la primera medición.

| | | Edad | Peso | Dolor lumbar | Presión I Ant | Presión I Retro | Presión D Ant | Presión D Retro | Presión I Total | Presión D Total | Presión Ant | Presión Retro |
|--------------|-----|-------|-------|--------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| Edad | C P | 1 | -0,06 | 0,11 | 0,14 | -0,14 | 0,12 | -0,11 | -0,04 | 0,01 | 0,15 | -0,17 |
| | Sig | | 0,58 | 0,28 | 0,17 | 0,15 | 0,22 | 0,28 | 0,65 | 0,92 | 0,13 | 0,09 |
| Peso | C P | -0,06 | 1 | -0,06 | -0,05 | 0,09 | -0,07 | 0,00 | 0,07 | -0,10 | -0,07 | 0,06 |
| | Sig | 0,58 | | 0,56 | 0,62 | 0,36 | 0,47 | 0,97 | 0,48 | 0,33 | 0,47 | 0,54 |
| Dolor lumbar | C P | 0,11 | -0,06 | 1 | 0,05 | -0,13 | 0,09 | 0,02 | -0,13 | 0,17 | 0,08 | -0,07 |
| | Sig | 0,28 | 0,56 | | 0,62 | 0,18 | 0,38 | 0,78 | 0,19 | 0,09 | 0,41 | 0,50 |

CP: coeficiente de Pearson. Sig: valor de significación. Presión I Ant: Presión en el antepié del pie izquierdo. Presión I Retro: Presión en el retropié del pie izquierdo. Presión D Ant: Presión en el antepié del pie derecho. Presión D Retro: Presión en el retropié derecho. Presión I Total: Presión total en el pie izquierdo. Presión D Total: Presión total en el pie derecho. Presión Ant: Presión total en el antepié. Presión Retro: Presión total en retropié.

En la tabla 30 se muestra la relación entre las variables de la segunda medición de presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié y presión total de retropié; con las variables edad, peso y dolor lumbar. Tras el análisis de los resultados no se observan resultados significativos o próximos a la significación para ninguna de las variables.

Tabla 30. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la segunda medición.

| | | Presión I Ant | Presión I Retro | Presión D Ant | Presión D Retro | Presión I Total | Presión D Total | Presión Ant | Presión Retro |
|--------------|------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| Edad | C P | 0,15 | -0,12 | 0,11 | -0,11 | 0,01 | -0,02 | 0,15 | -0,16 |
| | Sig. | 0,14 | 0,22 | 0,28 | 0,27 | 0,91 | 0,84 | 0,14 | 0,13 |
| Peso | C P | 0,01 | -0,00 | -0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,01 |
| | Sig. | 0,89 | 0,94 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,97 | 0,95 | 0,99 |
| Dolor lumbar | C P | 0,00 | -0,09 | 0,06 | 0,02 | -0,12 | 0,13 | 0,04 | -0,04 |
| | Sig. | 0,98 | 0,36 | 0,52 | 0,80 | 0,22 | 0,20 | 0,68 | 0,69 |

CP: coeficiente de Pearson. Sig: valor de significación. Presión I Ant: Presión en el antepié del pie izquierdo. Presión I Retro: Presión en el repropie del pie izquierdo. Presión D Ant: Presión en el antepié del pie derecho. Presión D Retro: Presión en el retropié derecho. Presión I Total: Presión total en el pie izquierdo. Presión D Total: Presión total en el pie derecho. Presión Ant: Presión total en el antepié. Presión Retro: Presión total en retropié.

En la tabla 31 se aprecia el análisis de los resultados obtenidos por las variables en la quinta medición de presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié y presión total del retropié; y las variables de edad, peso y dolor lumbar. Tras el análisis de los resultados no se observan resultados significativos o próximos a la significación para ninguna de las variables.

Tabla 31. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la quinta medición.

| | | Presión I Ant | Presión I Retro | Presión D Ant | Presión D Retro | Presión I Total | Presión D Total | Presión Ant | Presión Retro |
|--------------|------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| Edad | C P | 0,15 | -0,16 | -0,08 | -0,07 | 0,09 | 0,18 | -0,17 | -0,15 |
| | Sig. | 0,13 | 0,10 | 0,43 | 0,50 | 0,34 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |
| Peso | C P | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,12 | -0,06 | -0,03 | 0,06 | -0,01 |
| | Sig. | 0,92 | 0,45 | 0,87 | 0,25 | 0,52 | 0,71 | 0,53 | 0,99 |
| Dolor lumbar | C P | 0,04 | -0,13 | 0,01 | -0,14 | 0,14 | 0,08 | -0,08 | -0,04 |
| | Sig. | 0,67 | 0,18 | 0,94 | 0,16 | 0,17 | 0,41 | 0,39 | 0,69 |

CP: coeficiente de Pearson. Sig: valor de p. Presión I Ant: Presión en el antepié del pie izquierdo. Presión I Retro: Presión en el repropie del pie izquierdo. Presión D Ant: Presión en el antepié del pie derecho. Presión D Retro: Presión en el retropié derecho. Presión I Total: Presión total en el pie izquierdo. Presión D Total: Presión total en el pie derecho. Presión Ant: Presión total en el antepié. Presión Retro: Presión total en retropié.

En la tabla 32, se aprecia el análisis de los resultados obtenidos por las variables en la sexta medición de presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié y presión total del retropié; con las variables edad, peso y dolor lumbar.

Tabla 32. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en la sexta medición.

| | | Presión I Ant | Presión I Retro | Presión D Ant | Presión D Retro | Presión I Total | Presión D Total | Presión Ant | Presión Retro |
|--------------|------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| Edad | C P | 0,03 | -0,11 | 0,15 | -0,03 | -0,09 | 0,12 | 0,12 | -0,10 |
| | Sig. | 0,75 | 0,30 | 0,16 | 0,75 | 0,34 | 0,23 | 0,26 | 0,34 |
| Peso | C P | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,01 |
| | Sig. | 0,59 | 0,98 | 0,91 | 0,98 | 0,59 | 0,87 | 0,71 | 0,97 |
| Dolor lumbar | C P | -0,03 | -0,04 | 0,12 | -0,01 | -0,07 | 0,12 | 0,06 | -0,04 |
| | Sig. | 0,79 | 0,69 | 0,25 | 0,90 | 0,46 | 0,25 | 0,54 | 0,71 |

CP: coeficiente de Pearson. Sig: valor de p. Presión I Ant: Presión en el antepié del pie izquierdo. Presión I Retro: Presión en el retropié del pie izquierdo. Presión D Ant: Presión en el antepié del pie derecho. Presión D Retro: Presión en el retropié derecho. Presión I Total: Presión total en el pie izquierdo. Presión D Total: Presión total en el pie derecho. Presión Ant: Presión total en el antepié. Presión Retro: Presión total en el retropié.

5.5.2. Análisis de los resultados entre las variables sociodemográficas con la prueba Tau B de Kendall

Asimismo, se utilizó la Tau B de Kendall para las variables que no mostraron este tipo de distribución, como son la variable centro de presiones (CdP), la variable oscilación anteroposterior (Ant) y la variable oscilación mediolateral (Med). Siguiendo la tabla 33, se observa cómo el dolor lumbar mostró una correlación entre un mayor dolor lumbar y una mayor área del centro de presiones ($p < 0,05$), así como un mayor incremento en la oscilación anteroposterior. De la misma forma se observa una correlación próxima a la significación entre un mayor dolor lumbar una mayor oscilación mediolateral ($p = 0,09$). Estos resultados se agravaron en la sexta medición donde las correlaciones fueron significativas ($p < 0,01$) para Ant-Med y en CdP ($p < 0,05$).

Tabla 33. Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en las distintas mediciones.

| | | Edad | Peso | Dolor lumbar | Medida 1 | | | Medida 2 | | |
|--------------|-----|-------|-------|--------------|-------------|-------------|-------|----------|------|-------|
| | | | | | Cdp | Ant | Med | Cdp | Ant | Med |
| Edad | CC | 1,00 | -0,02 | 0,10 | 0,06 | 0,17 | -0,04 | 0,02 | 0,05 | -0,02 |
| | Sig | | 0,78 | 0,21 | 0,43 | 0,02 | 0,60 | 0,77 | 0,48 | 0,74 |
| Peso | CC | -0,02 | 1,00 | -0,05 | 0,11 | 0,06 | 0,11 | 0,08 | 0,14 | 0,06 |
| | Sig | 0,78 | | 0,48 | 0,14 | 0,39 | 0,15 | 0,29 | 0,06 | 0,44 |
| Dolor lumbar | CC | 0,10 | -0,05 | 1,00 | 0,16 | 0,18 | 0,13 | 0,06 | 0,03 | 0,00 |
| | Sig | 0,21 | 0,48 | | 0,04 | 0,01 | 0,10 | 0,46 | 0,65 | 0,95 |

CC: Coeficiente de correlación. Sig: Significación. Cdp: área del centro de presiones. Ant: oscilación anteroposterior. Med: oscilación mediolateral.

Tabla 33. (Continuación). Correlaciones entre las variables edad, peso y dolor lumbar con las variables de presión plantar en las distintas mediciones.

| | | Medida 5 | | | Medida 6 | | |
|--------------|-----|----------|------|-------|-------------|-------------|-------------|
| | | Cdp | Ant | Med | Cdp | Ant | Med |
| Edad | CC | -0,02 | 0,02 | -0,04 | 0,03 | 0,10 | -0,06 |
| | Sig | 0,75 | 0,82 | 0,61 | 0,73 | 0,17 | 0,43 |
| Peso | CC | 0,07 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | 0,07 | 0,03 |
| | Sig | 0,37 | 0,71 | 0,56 | 0,18 | 0,35 | 0,68 |
| Dolor lumbar | CC | 0,08 | 0,01 | 0,06 | 0,18 | 0,25 | 0,23 |
| | Sig | 0,29 | 0,93 | 0,45 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

CC: Coeficiente de correlación. Sig: Significación. Cdp: área del centro de presiones. Ant: oscilación anteroposterior. Med: oscilación mediolateral.

5.5.3. Análisis de los resultados en relación a la variable uso de plantillas

La distribución de los grupos según la variable uso de plantillas no fue normal y existían más de dos grupos (utilización de plantillas en la vida diaria o durante todo el día, uso de plantillas solo en la práctica deportiva y no uso de plantillas), se realizó el procedimiento no paramétrico H de Kruskal – Wallis. En primer lugar atendiendo al conjunto total de la muestra y en segundo lugar, diferenciando por grupos de intervención.

5.5.3.1. Análisis de los resultados en la variable uso de plantillas del total de la muestra

En la tabla 34 se puede apreciar los valores obtenidos para el total de la muestra con respecto a la variable uso de plantillas. En la primera, quinta y sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total

del pie izquierda, presión total del pie derecho, presión total de antepié, presión total de retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 34. Valores obtenidos para el total de la muestra en la variable uso de plantillas en las distintas mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 2,25 | 0,32 | 3,37 | 0,18 | 2,26 | 0,32 |
| Presión Retropié Izquierdo | 0,07 | 0,96 | 0,28 | 0,86 | 0,56 | 0,75 |
| Presión Antepié Derecho | 0,58 | 0,74 | 0,44 | 0,80 | 1,00 | 0,60 |
| Presión Retropié Derecho | 0,39 | 0,82 | 0,42 | 0,81 | 0,13 | 0,93 |
| Presión total del pie izquierdo | 0,09 | 0,95 | 1,59 | 0,45 | 0,15 | 0,92 |
| Presión total del pie derecho | 0,03 | 0,98 | 2,43 | 0,29 | 0,14 | 0,93 |
| Presión Total del Antepié | 0,63 | 0,72 | 0,54 | 0,76 | 0,27 | 0,87 |
| Presión Total del Retropié | 0,71 | 0,69 | 0,62 | 0,73 | 0,16 | 0,92 |
| Área del Centro de Presiones | 0,35 | 0,83 | 7,58 | 0,02 | 7,01 | 0,03 |
| Oscilación Anteroposterior | 0,39 | 0,82 | 5,30 | 0,07 | 7,69 | 0,02 |
| Oscilación Mediolateral | 1,05 | 0,59 | 3,31 | 0,19 | 6,10 | 0,04 |

Sig: Valor de significación p.

Tras el análisis de estos resultados se puede apreciar que para el total de la muestra había diferencias significativas entre los sujetos que llevaban plantillas para realizar deporte, no llevaban o llevaban siempre. Es de destacar los resultados obtenidos en las variables del área del centro de presiones en la quinta y sexta medición; al igual que en las variables oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral en la última toma. Donde se observan cambios significativos.

5.5.3.2. Análisis de los resultados en relación a la variable uso de plantillas del grupo control

En la tabla 35 se puede apreciar los valores obtenidos para el grupo control con respecto a la variable uso de plantillas. En la primera, quinta y sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo,

presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 35. Valores obtenidos para el grupo control en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 3,73 | 0,15 | 2,98 | 0,23 | 3,18 | 0,20 |
| Presión Retropié Izquierdo | 2,13 | 0,34 | 2,01 | 0,36 | 3,60 | 0,16 |
| Presión Antepié Derecho | 1,49 | 0,47 | 0,47 | 0,79 | 1,51 | 0,47 |
| Presión Retropié Derecho | 3,57 | 0,17 | 2,98 | 0,22 | 1,455 | 0,48 |
| Presión total del pie izquierdo | 4,78 | 0,09 | 5,99 | 0,05 | 4,71 | 0,09 |
| Presión total del pie derecho | 4,89 | 0,09 | 6,62 | 0,04 | 5,09 | 0,08 |
| Presión Total del Antepié | 1,25 | 0,53 | 0,68 | 0,71 | 0,92 | 0,63 |
| Presión Total del Retropié | 1,40 | 0,50 | 0,61 | 0,74 | 0,79 | 0,67 |
| Área del Centro de Presiones | 2,04 | 0,36 | 2,54 | 0,28 | 1,73 | 0,42 |
| Oscilación Anteroposterior | 1,74 | 0,42 | 3,85 | 0,15 | 2,68 | 0,26 |
| Oscilación Mediolateral | 1,36 | 0,51 | 0,75 | 0,69 | 1,34 | 0,51 |

Sig: Valor de significación p.

5.5.3.3. Análisis de los resultados en relación a la variable uso de plantillas del grupo thrust

En la tabla 36 se pueden apreciar los valores obtenidos para el grupo de thrust con respecto a la variable plantillas en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total de antepié, presión total de retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 36. Valores obtenidos para el grupo thrust en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 1,63 | 0,44 | 3,25 | 0,19 | 0,30 | 0,86 |
| Presión Retropié Izquierdo | 3,53 | 0,17 | 2,25 | 0,32 | 1,25 | 0,53 |
| Presión Antepié Derecho | 0,30 | 0,86 | 0,40 | 0,82 | 0,10 | 0,95 |
| Presión Retropié Derecho | 0,53 | 0,77 | 0,16 | 0,92 | 0,24 | 0,89 |
| Presión total del pie izquierdo | 3,85 | 0,15 | 1,91 | 0,38 | 1,38 | 0,50 |
| Presión total del pie derecho | 3,82 | 0,15 | 1,78 | 0,41 | 1,40 | 0,49 |
| Presión Total del Antepié | 1,63 | 0,44 | 1,01 | 0,60 | 0,13 | 0,94 |
| Presión Total del Retropié | 1,52 | 0,47 | 1,43 | 0,49 | 0,15 | 0,93 |
| Área del Centro de Presiones | 0,33 | 0,85 | 5,14 | 0,08 | 8,58 | 0,01 |
| Oscilación Anteroposterior | 0,61 | 0,74 | 6,07 | 0,05 | 8,80 | 0,01 |
| Oscilación Mediolateral | 1,16 | 0,56 | 1,73 | 0,42 | 5,57 | 0,06 |

Sig: Valor de significación p.

Con el análisis de estos resultados se puede observar que para el grupo thrust había diferencias significativas entre los sujetos que llevaban plantillas para realizar deporte, no llevaban o llevaban siempre. Destacando los resultados obtenidos en las variables área del centro de presiones ($p= 0,01$), oscilación anteroposterior ($p= 0,01$), y oscilación mediolateral en la última medición ($p= 0,06$).

5.5.3.4. Análisis de los resultados en relación a la variable uso de plantillas del grupo de energía muscular

En la tabla 37 se muestran los valores obtenidos para el grupo de energía muscular con respecto a la variable plantillas en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total

del antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 37. Valores obtenidos para el grupo de energía muscular en la variable uso de plantillas en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 2,45 | 0,29 | 2,95 | 0,23 | 2,13 | 0,34 |
| Presión Retropié Izquierdo | 1,03 | 0,60 | 3,68 | 0,16 | 2,54 | 0,28 |
| Presión Antepié Derecho | 3,52 | 0,17 | 4,20 | 0,12 | 2,31 | 0,31 |
| Presión Retropié Derecho | 2,67 | 0,26 | 1,83 | 0,40 | 1,24 | 0,54 |
| Presión total del pie izquierdo | 0,74 | 0,69 | 4,87 | 0,09 | 1,26 | 0,53 |
| Presión total del pie derecho | 0,68 | 0,71 | 4,87 | 0,09 | 1,25 | 0,53 |
| Presión Total del Antepié | 3,40 | 0,18 | 2,71 | 0,26 | 2,12 | 0,35 |
| Presión Total del Retropié | 3,40 | 0,18 | 2,71 | 0,26 | 2,47 | 0,29 |
| Área del Centro de Presiones | 6,80 | 0,03 | 6,98 | 0,03 | 8,67 | 0,01 |
| Oscilación Anteroposterior | 3,03 | 0,22 | 4,32 | 0,11 | 6,71 | 0,03 |
| Oscilación Mediolateral | 6,83 | 0,03 | 6,56 | 0,04 | 8,21 | 0,02 |

Sig: Valor de significación p.

Tras el análisis de estos resultados se puede concluir que para el grupo de energía muscular había diferencias significativas entre los sujetos que llevaban plantillas para realizar deporte, no llevaban o llevaban siempre; resaltando los resultados indicados en el área del centro de presiones ($p= 0,03$, $p= 0,03$ y $p= 0,01$), en la oscilación mediolateral ($p= 0,03$, $p= 0,04$ y $p= 0,01$) y en la oscilación anteroposterior ($p= 0,03$).

5.5.4. Análisis de los resultados en relación a la variable huella plantar

Debido a que la distribución de los grupos según las variables sociodemográficas no fue normal y existían más de dos grupos (pie cavo, pie plano y pie normal), se realizó el procedimiento no paramétrico H de Kruskal – Wallis. En primer lugar atendiendo al conjunto total de la muestra y en segundo lugar

diferenciando por grupos de intervención.

5.5.4.1. Análisis de los resultados de la variable huella plantar del total de la muestra

En las tabla 38 se pueden apreciar los valores obtenidos para el total de la muestra con respecto a la variable huella plantar en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión del pie izquierdo total, presión del pie derecho total, presión total de antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 38. Valores obtenidos para el total de la muestra en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 9,18 | 0,01 | 7,62 | 0,02 | 7,49 | 0,02 |
| Presión Retropié Izquierdo | 5,15 | 0,08 | 7,22 | 0,03 | 3,24 | 0,20 |
| Presión Antepié Derecho | 0,57 | 0,75 | 0,81 | 0,67 | 0,93 | 0,63 |
| Presión Retropié Derecho | 0,02 | 0,99 | 0,29 | 0,86 | 0,37 | 0,83 |
| Presión total del pie izquierdo | 0,75 | 0,69 | 2,87 | 0,24 | 2,11 | 0,35 |
| Presión total del pie derecho | 0,97 | 0,62 | 3,18 | 0,20 | 3,10 | 0,21 |
| Presión Total del Antepié | 2,52 | 0,28 | 3,04 | 0,22 | 3,99 | 0,14 |
| Presión Total del Retropié | 3,20 | 0,20 | 3,31 | 0,19 | 4,77 | 0,09 |
| Área del Centro de Presiones | 1,51 | 0,47 | 2,89 | 0,23 | 6,64 | 0,04 |
| Oscilación Anteroposterior | 1,24 | 0,54 | 2,93 | 0,23 | 5,28 | 0,07 |
| Oscilación Mediolateral | 1,31 | 0,52 | 4,56 | 0,10 | 6,91 | 0,03 |

Sig: Valor de significación p.

Según los resultados obtenidos se aprecia que para el total de la muestra hubo diferencias significativas entre los sujetos que tenían distinta huella plantar, siendo esta de pie cavo, pie plano y pie normal. Sobresale la variable presión en el antepié izquierdo ($p= 0,01$, $p= 0,02$, $p= 0,02$), y las variables área del centro de presiones ($p= 0,04$) y oscilación mediolateral en la última toma ($p= 0,03$).

5.5.4.2. Análisis de los resultados en relación a la variable huella plantar del grupo control

En la tabla 39 se pueden apreciar los valores obtenidos para el grupo control con respecto a la variable huella plantar en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 39. Valores obtenidos para el grupo control en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|-------------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 0,94 | 0,63 | 2,50 | 0,29 | 1,16 | 0,56 |
| Presión Retropié Izquierdo | 2,79 | 0,25 | 3,48 | 0,17 | 0,52 | 0,77 |
| Presión Antepié Derecho | 6,28 | 0,04 | 6,28 | 0,04 | 6,86 | 0,03 |
| Presión Retropié Derecho | 5,02 | 0,08 | 3,83 | 0,15 | 6,11 | 0,04 |
| Presión total del pie izquierdo | 0,50 | 0,78 | 0,32 | 0,85 | 0,61 | 0,73 |
| Presión total del pie derecho | 0,43 | 0,81 | 0,14 | 0,93 | 0,94 | 0,62 |
| Presión Total del Antepié | 4,54 | 0,10 | 5,59 | 0,06 | 4,10 | 0,12 |
| Presión Total del Retropié | 5,14 | 0,07 | 6,09 | 0,05 | 4,82 | 0,09 |
| Área del Centro de Presiones | 0,01 | 1,00 | 2,59 | 0,27 | 2,95 | 0,22 |
| Oscilación Anteroposterior | 1,64 | 0,44 | 0,02 | 0,99 | 1,73 | 0,41 |
| Oscilación Mediolateral | 0,46 | 0,80 | 2,88 | 0,23 | 2,63 | 0,26 |

Sig: Valor de significación p.

Con el análisis de estos resultados se puede observar que para el grupo control hubo diferencias significativas entre los sujetos que tenían distinta huella plantar. Destacan las variables presión del antepié derecho ($p=0,03$) y presión del retropié derecho ($p=0,04$) en la última medición.

5.5.4.3. Análisis de los resultados en relación a la variable huella plantar del grupo thrust

En la tabla 40 se presentan los valores obtenidos para el grupo de thrust con respecto a la variable huella plantar en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión total del pie izquierdo, presión total del pie derecho, presión total del antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 40. Valores obtenidos para el grupo thrust en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------------|-------------|---------------------|------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 3,99 | 0,13 | 2,30 | 0,31 | 2,50 | 0,28 |
| Presión Retropié Izquierdo | 0,38 | 0,84 | 2,08 | 0,35 | 0,59 | 0,74 |
| Presión Antepié Derecho | 0,01 | 0,99 | 0,32 | 0,84 | 0,44 | 0,80 |
| Presión Retropié Derecho | 0,53 | 0,76 | 0,27 | 0,87 | 0,17 | 0,91 |
| Presión total del pie izquierdo | 1,14 | 0,56 | 1,92 | 0,38 | 2,62 | 0,26 |
| Presión total del pie derecho | 1,22 | 0,54 | 2,14 | 0,34 | 2,55 | 0,27 |
| Presión Total del Antepié | 1,00 | 0,60 | 0,30 | 0,85 | 0,72 | 0,69 |
| Presión Total del Retropié | 0,93 | 0,62 | 0,30 | 0,85 | 0,6 | 0,73 |
| Área del Centro de Presiones | 0,67 | 0,71 | 3,26 | 0,19 | 3,76 | 0,15 |
| Oscilación Anteroposterior | 0,91 | 0,63 | 2,15 | 0,34 | 2,39 | 0,30 |
| Oscilación Mediolateral | 0,11 | 0,94 | 7,44 | 0,02 | 3,96 | 0,13 |

Sig: Valor de significación p.

De acuerdo con el análisis de estos resultados se puede observar que para el grupo thrust hubo diferencias significativas entre los sujetos que tenían distinta huella plantar. Sobresale la variable oscilación mediolateral en la quinta medición ($p=0,02$).

5.5.4.4. Análisis de los resultados en relación a la variable huella plantar del grupo de energía muscular

En las tabla 41 se pueden apreciar los valores obtenidos para el grupo de energía muscular con respecto a la variable huella plantar en la primera medición, la quinta medición y la sexta medición para las variables presión del antepié izquierdo, presión del retropié izquierdo, presión del antepié derecho, presión del retropié derecho, presión del pie izquierdo total, presión del pie derecho total, presión total del antepié, presión total del retropié, área del centro de presiones, oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral.

Tabla 41. Valores obtenidos para el grupo de energía muscular en la variable huella plantar en la primera, quinta y sexta mediciones.

| Variables | 1ª medición | | 5ª medición | | 6ª medición | |
|---------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|------|
| | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. | H de Kruskal-Wallis | Sig. |
| Presión Antepié Izquierdo | 2,25 | 0,32 | 0,62 | 0,73 | 1,11 | 0,57 |
| Presión Retropié Izquierdo | 1,84 | 0,40 | 1,29 | 0,52 | 1,53 | 0,46 |
| Presión Antepié Derecho | 5,16 | 0,08 | 6,45 | 0,04 | 0,79 | 0,67 |
| Presión Retropié Derecho | 6,98 | 0,03 | 5,44 | 0,07 | 4,22 | 0,12 |
| Presión total del pie izquierdo | 1,45 | 0,48 | 1,48 | 0,48 | 2,77 | 0,25 |
| Presión total del pie derecho | 1,42 | 0,49 | 1,60 | 0,45 | 2,91 | 0,23 |
| Presión Total del Antepié | 0,48 | 0,79 | 0,50 | 0,78 | 0,13 | 0,94 |
| Presión Total del Retropié | 0,35 | 0,84 | 0,50 | 0,78 | 0,14 | 0,93 |
| Área del Centro de Presiones | 2,83 | 0,24 | 2,17 | 0,34 | 2,06 | 0,36 |
| Oscilación Anteroposterior | 1,89 | 0,39 | 4,12 | 0,13 | 4,42 | 0,11 |
| Oscilación Mediolateral | 3,66 | 0,16 | 2,66 | 0,26 | 2,74 | 0,25 |

Sig: Valor de significación p.

Como se observa en la tabla anterior, los resultados para el grupo energía muscular muestran que hubo diferencias significativas entre los sujetos que tenían distinta huella plantar. Debemos hacer hincapié en la variable presión del retropié derecho en la primera medición ($p= 0,03$) y en la variable presión en el antepié derecho ($p= 0,04$) en la quinta medición.

VI – DISCUSIÓN

VI - DISCUSIÓN

La articulación sacroilíaca desempeña un rol importante en la biomecánica del ser humano, siendo determinante también en la práctica deportiva, tras lo expuesto con anterioridad. El objetivo de este estudio, recordemos, es comprobar cómo afecta el tratamiento de la disfunción sacroilíaca en los diferentes parámetros biomecánicos, medidos con baropodometría, en los atletas de fondo.

Los resultados obtenidos en la distribución de la presión plantar, comparando ambos pies, no muestran cambios significativos con ninguna de las técnicas manipulativas empleadas. Si bien, la técnica de thrust produjo una mejora significativa como efecto inmediato en la distribución de la presión plantar del antepié izquierdo.

Asimismo, la técnica de thrust muestra una mejora significativa en el centro de presiones, aumentando la estabilidad del atleta en una sola sesión. En contraposición, la técnica de energía muscular se muestra más efectiva que la técnica de thrust en el área del centro de presiones y en la oscilación anteroposterior tras las tres intervenciones en las cuatro semanas, añadiendo una mejora en la estabilidad del atleta.

Respecto al peso y a la edad, no se ha encontrado relación de estas variables con los resultados obtenidos en la baropodometría, por lo que se podría decir que no guardan relación con la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior en lo que a la estabilidad se refiere.

Se ha observado en los resultados que existe una relación entre los obtenidos en la baropodometría en las variables de oscilación anteroposterior, oscilación mediolateral y área del centro de presiones con el tipo de huella plantar que presentan los sujetos.

Adicionalmente, se ha observado cómo los corredores analizados presentan una presión plantar similar comparando el pie derecho y el izquierdo (47 atletas con mayor apoyo en el pie izquierdo frente a 52 con apoyo en el pie derecho).

6.1. HERRAMIENTA DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS CON LA PLATAFORMA BAROPODOMÉTRICA

En esta investigación se han analizado los resultados obtenidos a través de la plataforma baropodométrica FootScan®. Esta plataforma ya se ha utilizado anteriormente en otros estudios para observar los diferentes parámetros baropodométricos como la presión plantar, la oscilación anteroposterior y la oscilación mediolateral (156,157). Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Willems et al. (156), que contó con una muestra de 52 corredores de media maratón. Estos autores utilizaron la misma plataforma de presiones que nosotros, al encontrarla precisa y adecuada, para las mismas variables que hemos analizado. Asimismo, estos autores evaluaron a una muestra similar a la nuestra.

Adicionalmente, existen estudios similares al nuestro, como los realizados por Doyle et al. (157) y Santos (27) donde se realizaron varias mediciones para obtener unos resultados más representativos de las distintas variables de distribución de la presión plantar, oscilación y centro de gravedad. Según estos autores, cuantas más veces se posiciona el sujeto en la plataforma baropodométrica mayor es la fiabilidad de las medidas obtenidas por dicha plataforma, concluyendo ambos que tres mediciones son suficientes para obtener un resultado promedio útil. Por esta razón, en nuestro estudio se han realizado varias mediciones en cada intervención, con el fin de obtener una mayor fiabilidad. En concreto, en este ensayo clínico se han realizado tres mediciones antes de aplicar una u otra técnica y otras tres posteriores a la intervención, para valorar la efectividad de las mismas en las distintas variables baropodométricas.

Igualmente, respecto al tiempo de medición sobre la plataforma, autores como Doyle et al. (157) y Nomura et al. (158), afirman que lo ideal sería entre 50 y 90 segundos por medición. Sin embargo, otros autores como Escamilla et al. (159) y Montañola (160) sostienen que con menos segundos se obtienen resultados igualmente fiables, afirmando este último autor que un tiempo utilizado de diez segundos sería más que suficiente. Por ello, en nuestra investigación se ha realizado una medición de diez segundos en todas las mediciones pre y post-intervención. Además, al igual que en la investigación de Montañola, durante la toma de datos se siguió un procedimiento “riguroso, estricto y vigilante a la hora de la captura de los datos mediante la plataforma” que “era suficientemente fiable en cuanto al número de lecturas y al tiempo empleado en las mismas” (160).

6.2. EFECTOS DE LAS TÉCNICAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN PLANTAR

6.2.1. Distribución de la presión plantar antes de la intervención comparando ambos pies

En los estudios realizados con corredores por Montañola (160), Rai (161), Belmonte (162) y Cavanagh et al. (163) encontraron que el pie derecho soporta más carga que el pie izquierdo. Otros autores como Martínez-Nova et al. (164) obtuvieron resultados similares comparando ambos pies en corredores de maratón tras una competición. Sin embargo, cuando se realiza un análisis, como en los estudios de Gomez et al. (165) y Oller et al. (166), donde la muestra no está conformada por deportistas, sino por pacientes con alteraciones anatómicas, se apreció un mayor apoyo en el pie izquierdo. Con respecto a nuestro estudio, se observa un mayor número de participantes con un apoyo superior en el pie derecho frente al pie izquierdo. Además, en el análisis previo de los sujetos en nuestro estudio, no se aprecia mayor promedio de disfunciones sacroilíacas en la articulación derecha, sino un porcentaje similar sin guardar correlación entre el lado de la disfunción y presentar más presión en esa misma pierna.

6.2.2. Distribución de la presión plantar después de la intervención comparando ambos pies

En nuestro estudio se hizo una comparación entre dos técnicas para la disfunción sacroilíaca, por presencia de un ilíaco posterior, con un grupo control. Además, se ha realizado una evaluación de los resultados en una sesión (medición inmediata tras la intervención), en una segunda sesión a la semana y tras tres semanas, mostrando el thrust un cambio en la distribución de presiones en la intervención inmediata, aunque este no implicó una mejora significativa en la distribución entre ambos pies. Esto contrasta con anteriores estudios (25-27) que sí obtuvieron resultados significativos a favor de una mejora en la distribución. Esta diferencia se puede deber a un mayor tamaño muestral en nuestra investigación, siendo además un grupo poblacional con diferentes características (atletas de fondo de 18 y 45 años). Igualmente, la técnica de energía muscular para una disfunción sacroilíaca por presencia de un ilíaco posterior en nuestro estudio no mostró cambios significativos. Por todo esto, según lo observado en los resultados de este ensayo clínico, no se podría afirmar que la técnica de thrust o de energía muscular

para disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior mejoran la distribución plantar entre ambos pies.

Sin embargo, en el estudio realizado por Freitas et al. (26) se observó un aumento de la presión plantar en la pierna que no presentaba la disfunción sacroilíaca por la presencia de un ilíaco posterior. Además, este estudio fue realizado con una muestra de 16 sujetos y solo se compararon los efectos inmediatos tras la manipulación. Asimismo, en el estudio realizado por Santos Junior (27) se comprobó una mejora en la distribución de la presión plantar entre los dos pies tras la manipulación en mujeres con disfunción sacroilíaca con presencia de un ilíaco anterior, tras realizar una comparación inmediata tras dicha manipulación de tipo thrust. Igualmente, los autores Grassi et al. (25), encontraron cambios significativos en la diferencia de presiones entre ambos pies tras la aplicación de la manipulación para la articulación sacroilíaca, comparando sus efectos a corto plazo.

6.2.3. Distribución de la presión plantar analizando el antepié y el retropié

Con respecto a los valores de normalidad en la presión plantar, numerosos autores como Dueñas (167), Viladot (168) y Arcan (169), afirman que la correcta distribución de dicha presión plantar es un 60% posterior y un 40% anterior para la población en general. Por lo que se establecerían como valores de normalidad que el antepié derecho debe recibir el 20%, mientras que el antepié izquierdo debe recibir otro 20%. De la misma forma el retropié derecho y el retropié izquierdo deben recibir el 30%.

Sin embargo, cuando se trata de corredores se observan alteraciones en la distribución de presiones en la pisada. Los autores Willems et al. (156) y Morton (170) observaron en su muestra de deportistas una presión similar tanto en el antepié como en el retropié. En contraste, Montañola (160) en su estudio con corredores de maratón, observó que la mayoría de sujetos presentaba una mayor presión en el antepié que en el retropié al igual que Birtane et al. (171).

Ambos estudios (160,171) observaron que el antepié derecho mostraba mayor presión que el antepié izquierdo. En contraposición, a diferencia de los estudios anteriores que examinaron a los atletas sin haber realizado una carrera previa, en el estudio realizado por Nagel et al. (172), se realizó una medición tras una carrera de maratón y observaron que los sujetos presentaban igualmente una mayor presión plantar en la región del antepié. Esto podría sugerir que el hecho de

presentar mayor carga en el antepié puede encontrarse relacionado con el corredor de larga distancia, y es un hallazgo interesante porque nos ayudaría a prevenir lesiones en esta región y en este colectivo. Pero también Baumfeld et al. (173) encontraron un incremento en la distribución de la presión plantar en el antepié en sujetos no deportistas tras doce horas de trabajo. Esto lleva a pensar que tras un largo periodo de trabajo en posición bípeda como en la carrera los sujetos pueden generar como adaptación un mayor apoyo plantar en el antepié, lo que podría ocasionar a largo plazo problemas plantares. Además, algunos estudios ya relacionan la presión anterior con el pie cavo y con la metatarsalgia (174-176).

En nuestro estudio, a diferencia de los anteriores, evaluamos las técnicas de thrust y de energía muscular comparando con un grupo control con el fin de mejorar la pisada, disminuyendo el área del centro de presiones y adecuando los porcentajes de presión plantar, algo que no se había comparado en los anteriores estudios, así como observar los cambios en varias semanas. De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en nuestro estudio se buscó un 60% de presión en el retropié y un 40% en el antepié, puesto que es lo que se encuentra aceptado por la bibliografía revisada, incluyendo tanto corredores como población general (167-169). Asimismo, como ya hemos dicho anteriormente, los atletas pueden tener más apoyo en el antepié (160, 171,172) al igual que trabajadores tras su jornada laboral (173), pero esto no quiere decir que sea una mejor distribución de la presión plantar, porque como queda expuesto anteriormente hay estudios (174-176) que relacionan una presión anterior con un pie cavo y una metatarsalgia. Para ello en el análisis de los resultados se apreció si los sujetos se aproximaban a esos porcentajes en los valores obtenidos del antepié y del retropié en la plataforma, tras la intervención oportuna en cada grupo. Siguiendo este principio se observó que, tras las intervenciones realizadas, existe un cambio significativo en la presión plantar del grupo thrust, destacando el porcentaje de presión que recibe el antepié izquierdo, aproximándose al 40% tras la aplicación de la técnica en la primera intervención. Esto sería indicativo de que la técnica de thrust, en una disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, puede ser eficaz en su efecto inmediato. De la misma forma, este efecto puede ser muy interesante en el aspecto deportivo, ya que se puede aplicar una corrección de la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, antes de una competición. En contraposición, en el resto de parámetros estudiados de la presión plantar en el antepié y retropié no se ha apreciado la existencia de cambios

significativos, de la misma forma que la técnica de energía muscular no muestra tampoco resultados significativos.

6.3. EFICACIA DE LAS TÉCNICAS EN LA ESTABILIDAD POSTURAL EVALUADA CON LA VARIABLE ÁREA DEL CENTRO DE PRESIONES

Con respecto al área del centro de presiones Paillard et al. (177) y Guimaraes-Ribeiro et al. (178) han demostrado que una disminución del área se encuentra íntimamente relacionada con el rendimiento, siendo esta circunstancia fundamental en la práctica deportiva. Además, estos autores (177,178) realizaron comparaciones entre una población deportista infantil y una población no deportista encontrando resultados significativos entre estos dos grupos, a favor del grupo deportista que mostraba mejores resultados en la variable del centro de presiones, en que existía menor oscilación.

De acuerdo con los estudios anteriores (177,178), los deportistas tienen una mayor tendencia a presentar una mejor estabilidad en su centro de presiones. Por esta razón, en esta investigación se ha elegido como grupo poblacional al atleta, que depende en gran medida de su biomecánica y capacidad física para lograr sus objetivos deportivos, a diferencia de otros deportes como los de equipo, donde priman también otros factores externos como la técnica o el material deportivo, entre otros. Por lo anteriormente comentado, resulta muy interesante saber qué técnica sería la más óptima para mejorar su centro de presiones, pudiendo ocasionar una mejora en sus parámetros biomecánicos y ayudando posiblemente a mejorar su rendimiento, así como a prevenir lesiones.

Sin embargo, en nuestro estudio, a diferencia de los anteriores, se evalúan dos técnicas como son el thrust y la energía muscular, siendo este un valor añadido a la investigación puesto que se puede apreciar cuál de las dos técnicas es más útil en una primera sesión o tras varias sesiones. Según los resultados obtenidos tras la aplicación de las distintas técnicas, el grupo que recibió la técnica de thrust mejoró su área del centro de presiones de forma significativa tras la primera manipulación, lo que se traduce en una mayor estabilidad para el corredor de fondo. Este resultado vuelve a mostrar su eficacia en el efecto inmediato, así como su beneficio ya señalado sobre la variable de presión plantar en el antepié. Por otra parte, cuando se analizan los resultados tras aplicar varias intervenciones, el resultado cambia, puesto que aparece una mejora significativa en el área del centro de presiones del grupo de energía muscular y no en el grupo al que se le aplicó la

técnica de thrust. Esto podría deberse a que la técnica de energía muscular, al ser menos resolutive en un primer momento, se vuelve más efectiva tras un tratamiento prolongado en el tiempo. En contraste, la técnica de thrust, al ser una técnica más explosiva y directa puede provocar mayor estímulo a nivel nervioso que facilite la relajación de la musculatura periarticular y la corrección de la disfunción a corto plazo. Según lo ya indicado, se podría afirmar que para obtener una mejora en un corto periodo de tiempo la técnica de thrust es la más eficaz, pero que si se busca un resultado más a largo plazo sería la técnica de energía muscular la más adecuada. Además, se pueden tener en cuenta ambas técnicas para el tratamiento del atleta, ya que si se quiere obtener un resultado más inmediato para una competición o un evento puntual se podría aplicar la técnica de thrust, mientras que si se busca un mantenimiento continuo de la biomecánica del atleta, estaría recomendado que se hiciera la técnica de energía muscular de forma periódica.

6.4. EFICACIA DE LAS TÉCNICAS EN LA ESTABILIDAD POSTURAL EVALUADA CON LA VARIABLE OSCILACIÓN

Respecto a los resultados obtenidos por la plataforma de presiones, se observa que la mayoría de sujetos presentan mayor desplazamiento anteroposterior que mediolateral, siendo estos valores los obtenidos en el eje X e Y por la plataforma y su software. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos por Fort (179), González (180) y Montañola (160) que realizaron sus estudios con atletas. En cambio, en el estudio realizado por Belmonte (162) con una población militar y una muestra sedentaria, se encontró mayor oscilación mediolateral que anteroposterior. Esto sugiere que una mayor oscilación anteroposterior puede encontrarse relacionada con el entrenamiento de la carrera.

En este estudio se evaluaron las técnicas de thrust y de energía muscular, a diferencia de los anteriores, mostrando que ninguna de ellas produjo cambios significativos en la oscilación a corto plazo. Sin embargo, cuando se evaluó el efecto tras las tres intervenciones en cuatro semanas, la técnica de energía muscular mostró un resultado significativo en la reducción de la oscilación anteroposterior. Esta situación nos sugiere que el atleta, por sus diferentes necesidades y adaptaciones fisiológicas, tiende a provocar esta oscilación anteroposterior que podría verse conectada con la articulación sacroilíaca y su consecuente disfunción.

Es por ello por lo que la técnica de energía muscular a largo plazo podría ser útil para mejorar la estabilidad de los atletas.

En relación con esto, en el estudio realizado por López-Rodríguez et al. (181) se aplicó una manipulación tipo thrust de la articulación tibiotarsiana en ambos pies en pacientes asintomáticos y se observó una disminución de la oscilación anteroposterior. Esto podría deberse a que en su estudio los pacientes, al aumentar la movilidad del tobillo tras la intervención, podrían realizar mejor la estrategia de tobillo para mantener la estabilidad. En contraposición, en nuestro estudio, los sujetos a los que se les aplicó la manipulación de tipo thrust en la articulación sacroilíaca, no observaron una mejora significativa en la oscilación anteroposterior, probablemente porque no existe una estrategia a nivel sacroilíaco tan importante para mantener el equilibrio como en el tobillo. Sin embargo, en el grupo al que se le aplicó la técnica de energía muscular mejoró la oscilación anteroposterior tras haber realizado tres intervenciones separadas en el tiempo. Esta circunstancia podría deberse a la presencia de un mayor tono muscular en las cadenas musculares anteriores (extensores de los dedos del pie, tibial anterior, cuádriceps, recto anterior, psoas) y posteriores (musculatura paravertebral, glúteo mayor, isquiotibiales, tríceps sural, musculatura de la bóveda plantar) que en las cadenas laterales (glúteo medio, tensor de la fascia lata, peroneo lateral corto, peroneo lateral largo). Además, esto puede hacer pensar que una técnica menos directa como es la energía muscular, pero prolongada en el tiempo, puede dar un resultado más positivo que la directa tipo thrust y que el sistema neuromuscular podría ser un factor relevante en la oscilación anteroposterior. También demuestra que la articulación sacroilíaca, pese a no participar en una estrategia de equilibrio tan eficaz como la del tobillo, sí que puede intervenir en el la estabilidad.

6.5. RELACIÓN ENTRE EL DOLOR LUMBAR Y LA OSCILACIÓN

Como ya señalamos la articulación sacroilíaca influye en los parámetros baropodométricos del atleta. Analizando los resultados, se observa cómo los atletas que presentan mayor dolor lumbar tienen una peor estabilidad, debido a la presencia de una mayor oscilación. Además, dentro de los tipos de oscilación, se destaca la oscilación anteroposterior como la más alterada en los atletas que han presentado lumbalgia crónica o han tenido mayor dolor. Una posible razón podría ser que los receptores propioceptivos del atleta no puedan realizar su función de la misma forma que lo harían con una ausencia de sensaciones nociceptivas por parte

del sistema nervioso. Otra causa sería que este dolor lumbar se produzca por una debilidad muscular o una inflamación articular, que impidiera a las estructuras implicadas poder corregir la postura ante la oscilación corporal. Por todo esto se debería tener mayor consciencia sobre la importancia de proteger la región lumbar en el atleta, ya sea fortaleciendo el core (en caso de debilidad) como tratando de forma precisa la posible patología que presentara.

En distintos estudios se ha investigado la relación entre la lumbalgia y las alteraciones en las aferencias sensitivas posturales (182,183). Se ha relacionado el dolor lumbar, así como el bloqueo articular en esta región, con la alteración en la propiocepción del sujeto (182,183). De la misma forma, se han descrito en distintos estudios cómo el dolor lumbar compromete la estabilidad y la postura del sujeto, consecuencia de una alteración en los receptores químicos o en los nociceptores (184). Asimismo, se ha evaluado cómo se genera un retardo en la reacción motora en pacientes con dolor lumbar crónico (185). Los autores Byl et al. (186) observaron que los pacientes con dolor lumbar crónico presentan una mayor oscilación del centro de presiones que los sujetos sin patología, destacando dentro de este parámetro la oscilación mediolateral. En cambio, Kinney et al. (187) encontraron mayor oscilación anteroposterior en los sujetos con dolor lumbar frente a los sanos. Guillamon (188) comprobó que los sujetos con dolor lumbar crónico mejoraron el equilibrio y la estabilidad cuando disminuía su sintomatología, indicando que la propiocepción puede mejorar con la disminución de dicha sintomatología. González et al. (180) también encontraron que los pacientes con mayor dolor lumbar crónico presentaban una mayor oscilación anteroposterior que el grupo control. Estos resultados anteriormente mencionados coinciden con los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde se observa que los sujetos con mayor dolor lumbar presentaban mayor oscilación anteroposterior. Esto podría deberse a la estrategia que emplean el tronco y la cadera para mantener la estabilidad, como señalan Allum et al. (189) y Hols et al. (190). Estos autores afirman que al situarse la sintomatología dolorosa en la zona lumbar, que es donde se ubican las aferencias sensitivas encargadas de mantener la estabilidad y el equilibrio, es comprensible esta pérdida de propiocepción.

Tras lo expuesto, resultaría muy interesante elaborar un protocolo de tratamiento, no solo aplicado al atleta, sino también a la población en general. Como ya hemos visto, las técnicas de thrust y energía muscular producen cambios en los parámetros de estabilidad, como es el ejemplo de la variable centro de

presiones. Por lo tanto, sería de gran utilidad realizar más estudios en los que se comparen los efectos de estas técnicas en pacientes con dolor lumbar, al ser esta una de las principales patologías presentes en la población.

6.6. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS BAROPODOMÉTRICOS Y LAS VARIABLES PESO Y EDAD

En la literatura revisada se encuentra el estudio realizado por Gómez (165), en el que se evaluó el efecto de la técnica de thrust para una disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, examinando los parámetros de presión plantar. Este autor apreció que existía una correlación moderada e inversa en cuanto a la edad, que indica que, cuando aumenta la edad, disminuye el efecto de la técnica. Asimismo, el autor argumenta que esto se podría justificar porque el paciente de mayor edad podría tener otras disfunciones que afectarían al apoyo plantar y que influirían en los resultados de la baropodometría. Sin embargo, en nuestro estudio no se ha encontrado ninguna relación entre el peso o la edad con los resultados obtenidos en los distintos parámetros baropodométricos. Quizá esta diferencia radique en el tamaño muestral y que nuestros participantes son físicamente activos. Además nuestra investigación añade la técnica de energía muscular en un grupo de intervención. Aunque previamente se podría pensar que a mayor peso o mayor edad sería más probable presentar peores resultados antes o después de la manipulación, se aprecia que en el caso de la población atleta estas variables no son tan determinantes. Hipotéticamente esto podría ser debido a que los atletas deben tener una mayor capacidad de adaptación fisiológica al ejercicio y al control postural puesto que el entrenamiento les expone a una variación de ejercicios y estímulos neuromusculares constantemente.

6.7. INFLUENCIA DEL USO DE PLANTILLAS EN DISTINTAS VARIABLES BAROPODOMÉTRICAS

Con respecto a la variable uso de plantillas, se aprecian numerosas relaciones en los resultados baropodométricos. En primer lugar, en el grupo thrust se observa que existe una relación con las variables oscilación anteroposterior y oscilación mediolateral en la última medición. Así, el uso de plantillas puede favorecer las adaptaciones en la estabilidad del corredor tras la manipulación y predisponerlo ante nuevos estímulos y cambios biomecánicos. Por otra parte, se ha apreciado en el grupo de energía muscular que existe una relación entre esta técnica

y el área del centro de presiones junto con la oscilación mediolateral entre la primera y quinta medición, mostrando sus efectos tras un tratamiento más prolongado que en estudios previos.

6.8. INFLUENCIA DE LA HUELLA PLANTAR EN EL ANTEPIÉ

Nuestros resultados muestran que la huella plantar influye en las variables de presión del antepié izquierdo, la oscilación anteroposterior, la oscilación mediolateral y el área del centro de presiones en el análisis de toda la muestra. Además, hemos apreciado que existe una correlación entre el tipo de huella plantar que presentan los sujetos y el apoyo que hacen en el antepié y el retropié derecho en los grupos control y de energía muscular. Esto podría deberse a que el miembro inferior dominante de la mayoría de la muestra es el derecho. Asimismo, una posible causa que justifique la ausencia de correlación entre la técnica de thrust y la huella plantar sea que la maniobra, al ser directa y no sostenida en el tiempo como las dos anteriores no consiga producir un cambio en estas variables. Berdejo-Fresno et al. (191) afirman que el tipo de actividad física realizada puede generar alteraciones en la huella plantar, a su vez produciendo cambios en la distribución de la presión plantar. En este estudio observaron que las diferencias entre la técnica del fútbol sala y del hockey sobre hierba provocaba distinciones en la huella plantar de las deportistas analizadas. Así las jugadoras de fútbol sala mostraron modificaciones solamente en el pie dominante, mientras que las jugadoras de hockey sobre hierba las presentaron en ambos pies.

VII – LIMITACIONES

VII – LIMITACIONES

En este estudio hemos encontrado una serie de limitaciones que pueden haber afectado a los resultados finales del estudio. Entre estos factores limitantes cabe destacar la pandemia a causa del Coronavirus SARS COVID-19, causante del abandono de distintos sujetos. Asimismo, se puede establecer como limitación la diferente capacidad de los sujetos para mantener una postura similar en las distintas mediciones del estudio. Limitación que ha sido tenido en cuenta en todo momento siguiendo siempre el mismo protocolo estricto para ubicar al paciente en la plataforma sugiriéndole que fijase siempre la vista en el mismo punto fijo con la mirada en horizontal. Además, con respecto al investigador que se encargaba de realizar el análisis de la articulación sacroilíaca, se trata de un investigador sin demasiada experiencia clínica (5 años), sin embargo, esto queda compensado con un estricto protocolo de medición y la utilización de 4 test para aportar fiabilidad al diagnóstico de la disfunción de la articulación sacroilíaca. Con respecto a las posibles limitaciones anatómicas, cabe destacar que en este estudio no se han tenido en cuenta la existencia de limitaciones en la movilidad articular del tobillo, la rodilla o la cadera, que podrían afectar al resultado final de las variables baropodométricas. Pero en este estudio no se han tenido en cuenta, debido a que el fin último es evaluar cómo afecta, en exclusiva, la movilidad de la articulación sacroilíaca en las distintas variables baropodométricas.

VIII – FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VIII –FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Respecto a las futuras líneas de investigación, se ha mostrado en este estudio que las articulaciones sacroilíacas tienen un rol en la biomecánica del atleta. Por esta razón resultaría relevante realizar más estudios en los que se apreciase la implicación de esta articulación en el atleta. Por ejemplo, se podría comparar cómo varían los parámetros tras el tratamiento de esta articulación comparando un atleta de velocidad con un atleta de fondo. Asimismo, resultaría interesante comprobar si existen diferencias entre los atletas que entrenan en pista de atletismo de forma habitual con los que realizan sus entrenamientos en otro entorno. De la misma forma, analizar cómo cambian los resultados si el atleta entrena en sentido horario en la pista de atletismo frente al sentido antihorario habitual. Así como comprobar las diferencias tras la manipulación entre corredores más jóvenes (18-30 años) frente a corredores de mayor edad (45-65 años) para observar si el organismo reacciona de la misma forma a las técnicas dependiendo de la edad. Sería recomendable realizar un seguimiento a los meses o al año de las intervenciones para comprobar la duración de los efectos de las mismas. Igualmente otra variable a analizar podría ser la satisfacción con el tratamiento por parte del atleta, con el fin de averiguar qué técnica resulta más agradable al paciente o atleta. Además, en esta investigación se ha observado cómo la técnica de energía muscular resulta eficaz tras las intervenciones realizadas en este estudio en determinadas variables. Es por ello por lo que se podría observar si esta mejora se debe simplemente al hecho de la desaparición de la disfunción, o a una mejora en la activación muscular periarticular, facilitando así un mejor control motor del equilibrio. Esto se podría comprobar también apreciando cómo es la activación a nivel muscular con electromiografía tras la aplicación de la técnica. Igualmente se podría añadir en una futura línea de investigación el análisis de la movilidad articular del tobillo, la rodilla o la cadera, puesto que podrían tener influencia en el resultado final de las distintas variables baropodométricas. Resultaría interesante realizar también un estudio con pacientes que presenten distintos tipos de escoliosis y observar si tras la aplicación de estas técnicas mejora su posición anatómica o sus variables baropodométricas, puesto que este tipo de pacientes podrían encontrarse predispuestos a alteraciones biomecánicas.

IX – CONCLUSIONES

IX-CONCLUSIONES

Tras lo expuesto en el capítulo anterior, las intervenciones realizadas en los grupos se arrojan una serie de resultados con los que responder a los distintos objetivos de nuestro estudio. Estos resultados nos permiten realizar las siguientes interpretaciones en relación a los objetivos iniciales del estudio:

1. La técnica de thrust produce un aumento significativo en la presión plantar del antepié izquierdo de los atletas con disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, mejorando la distribución plantar.
2. Las técnicas de thrust y de energía muscular no cambian la distribución de la presión plantar total en corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior, comparando ambos pies.
3. La técnica de thrust aumenta significativamente la estabilidad del atleta a corto plazo. Sin embargo, la técnica de energía muscular se muestra más efectiva que la técnica de thrust en las variables área del centro de presiones y oscilación anteroposterior tras las tres intervenciones en las cuatro semanas.
4. El peso y la edad no afectan a los resultados obtenidos en los parámetros baropodométricos.
5. Los atletas que padecen mayor dolor lumbar presentan una disminución de la estabilidad, puesto que tienen una mayor oscilación anteroposterior.
6. Los resultados obtenidos muestran una relación en las variables antepié izquierdo, antepié derecho, retropié derecho, oscilación anteroposterior, oscilación mediolateral y área del centro de presiones con el tipo de huella plantar que presentan los sujetos.
7. El uso de plantillas en los atletas de fondo afecta a las variables de oscilación anteroposterior, oscilación mediolateral y en el área del centro de presiones.
8. Los corredores de fondo de la muestra analizada presentan mayor presión plantar en el pie derecho.
9. Los corredores de la muestra examinada presentan mayor oscilación anteroposterior que mediolateral.

**X- IMPLICACIONES PARA
LA PRÁCTICA CLÍNICA**

X – IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA

En este estudio se observa cómo la disfunción sacroilíaca al igual que el dolor lumbar pueden desencadenar alteraciones en la estabilidad. Por lo tanto, este estudio puede ayudar a establecer un foco de atención en aquellos atletas que tienen tendencia a presentar dolor lumbar o hipomovilidad en esta región, ya que este les puede ocasionar problemas biomecánicos que pueden afectar a su rendimiento así como facilitar la aparición de lesiones. De esta forma, se debe prestar atención a que el atleta tenga una correcta higiene postural, un adecuado tono postural, un reequilibrio de las cadenas musculares y una correcta movilidad en la región lumbar así como sacroilíaca, con el fin de evitar alteraciones biomecánicas que puedan producir efectos adversos en la distribución de presiones, el equilibrio o la estabilidad. Todo ello muestra la importancia del trabajo multidisciplinar entre el fisioterapeuta, osteópata, graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, así como el podólogo. Asimismo, se destaca con este estudio que las técnicas de energía muscular y de thrust para la disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior son de gran utilidad a nivel clínico puesto que dependiendo del beneficio que queramos obtener podemos aplicar una u otra, mostrándose más eficaz la técnica de thrust a corto plazo y más eficaz la técnica de energía muscular posiblemente largo plazo.

Por último, se debe tener presente que la articulación sacroilíaca, pese a no ser una articulación de referencia en las estrategias de equilibrio como son el tobillo o la cadera, también desempeña un rol importante, por lo que se espera que tras este estudio los distintos profesionales la tengan presente en la exploración clínica de sus pacientes.

**XI – REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

XI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández R, González L, Rodríguez B. Aspectos académicos de la terapia manual. *Cuest. Fisioter.* 2001;18:13-25.
2. Plaza A. Fisioterapia y osteopatía. *Fisioterapia.* 2000;22:1-2.
3. Ricard F, Jean-Luc S. Tratado de osteopatía. 3a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
4. Bienfait M. *Physiologie de la thérapie manuelle.* Saint Mont: S.E.D. Le Pousoë; 1987.
5. Bienfait M. Bases fisiológicas de la terapia manual y de la osteopatía. 2a ed. Madrid: Paidotribo; 2006.
6. Fryette HH. *Principes des technique ostéopathiques.* París : OMC; 1983.
7. Korr IM. *Bases physiologiques de l'ostéopathie.* París : Frison Roche; 1982.
8. Chauffour P. *Le lien mécanique ostéopathique. Substrat anatomique de l'homéostasie.* París : Maloine ; 1985.
9. Ballesteros JM, Álvarez J. *Manual didáctico de atletismo.* Madrid: Cincel; 1990.
10. Pilat A. *Terapias miofasciales: Inducción miofascial.* Madrid: McGraw-Hill; 2003.
11. Bankoff ADP, Bekedorf RG, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Análise do equilibrio corporal estático a través de um baropodómetro eletrônico. *Conexoes.* 2006;4(2):19-30.
12. Leipholz HHE. *Stability theory: an introduction to the stability of dynamic systems and rigid bodies.* Stuttgart: John Wiley; 1987.
13. Leipholz HHE. *Stability of elastic systems.* Maryland (USA): Sijthoff and Noordhoff; 1980.
14. Cholewicki J, Simons APD, Radebold A. Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. *J. Biomech.* 2000;33(11):1377-85.
15. Keller TS, Colloca CJ, Harrison DE, Harrison DD, Janik TJ. Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *Spine.* 2005;5(3):297-309.
16. Winter DA, Prince F, Patla A. Validity of the inverted pendulum model of balance in quiet standing. *Gait Posture.* 1997;5:153-4.

17. Bravo J, Pascual M, Francisco G, Ballester J. *Atletismo 1*. España: RFEA; 1994.
18. Latour B. *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial; 2008.
19. Crossley N. Mapping reflexive body techniques: on body modification and maintenance. *Body Soc.* 2005;11(1):1–35.
20. Shipway R, Holloway I, Jones I. Organisations, practices, actors, and events: Exploring inside the distance running social world. *Int. Rev. Sport Sociol.* 2013;48(3):259–76. doi: 10.1177/1012690212442135
21. Brolinson P, Kozar A, Cibor G. Sacroiliac joint dysfunction in athletes. *Curr. Sports Med. Rep.* 2003;2:47-56. doi: 10.1249/00149619-200302000-00009
22. Barbosa AC, Martins FL, Barbosa MC, Dos Santos RT. Manipulation and selective exercises decrease pelvic anteversion and low-back pain: a pilot study. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2013;26(1):33-6. doi: 10.3233/BMR-2012-0347
23. Kamali F, Shokri E. The effect of two manipulative therapy techniques and their outcome in patients with sacroiliac joint syndrome. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2012;16(1):29-35. doi: 10.1016/j.jbmt.2011.02.002
24. Anderson D. Muscle energy technique for joint mobilisation. *Co-Kinetic J.* 2016;67:34.
25. De Oliveira-Grassi D, de Souza MZ, Ferrareto SB, de Lima-Montebelo MI, de Oliveira-Guirro EC. Immediate and lasting improvements in weight distribution seen in baropodometry following a high-velocity, low-amplitude Thrust manipulation of the sacroiliac joint. *Man. Ther.* 2011;16(5):495–500.
26. Freitas JP. *Influência da manipulação osteopática sacroilíaca sobre a pressão plantar e oscilação corporal através do sistema de baropodometria e estabilometria*. [Tesis doctoral] Sao Paulo: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba; 2010.
27. Santos Junior E. *Análise baropodométrica da influência da técnica manipulativa osteopática de correção sacroilíaca na distribuição da pressão plantar*. [Tesis doctoral] Sao Paulo: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba; 2007.
28. Méndez R, González J, Sánchez JL, Puente AS. Immediate effects of bilateral sacroiliac joint manipulation on plantar pressure distribution in asymptomatic participants. *JACM.* 2014;20(4):251.

29. Pinto Aguilar Peres C, Risso L, Uchida de Oliveira L. Effects of manipulation of the ilium in weight-bearing hindfoot in patients with sacroiliac joint dysfunction. *Man. Ther.* 2011;9(42):150-4.
30. Gómez Gámez A. Repercusiones baropodométricas tras el ajuste manipulativo de una disfunción osteopática de iliaco posterior. [Tesis doctoral]. Sevilla, Universidad de Sevilla; 2016.
31. Mathew R, Srivastava N, Joshi S. A study to compare the effectiveness of MET and joint mobilization along with conventional physiotherapy in the management of SI joint dysfunction in young adults. *Indian J. Physiother. Occup. Ther.* 2015;9(3):203-8. doi:10.5958/0973-5674.2015.00124.0
32. Patel P, Patel N, Rathod V. Effectiveness of manipulation and muscle energy techniques in subjects with SI joint dysfunction. *IJPHC.* 2015;5(4):16-29.
33. Geiger EV, Müller O, Niemeyer T, Kluba T. Adjustment of pelvispinal parameterse preserves the constant gravity line position. *Int. Orthop.* 2007;31(2):253-8.
34. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M. Stability of the human spine in neutral postures. *Eur. Spine J.* 1997;6(1):45-53.
35. Barrey C, Roussouly P, Le Huec JC, D'Acunzi G, Perrin G. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *Eur. Spine J.* 2013;22(Suppl 6):S834-41.
36. Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur. Spine J.* 2007;16(9):1459-67.
37. Harrison DE, Colloca CJ, Harrison DD, Janik TJ, Haas JW, Keller TS. Anterior thoracic posture increases thoracolumbar disc loading. *Eur. Spine J.* 2005;14(3):234-42.
38. Kapandji AI. Fisiología articular. Vol 2: Miembro inferior. Madrid: Médica Panamericana; 2004.
39. Hansen A, Jensen DV, Wormslev M, Minck H, Johansen S, Larsen EC, Wilken-Jensen C, Davidsen M, Hansen TM. Symptom-giving pelvic girdle relaxation in pregnancy. II: Symptoms and clinical signs. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 1999;78:111-15. doi: 10.1080/j.1600-0412.1999.780207.x.
40. Kim DH, Park JK, Jeong MK. Influences of posterior-located center of gravity on lumbar extension strength, balance, and lumbar lordosis in chronic low back pain. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2014;27(2):231-7.
41. Gray H. *Anatomy of the Human Body.* Philadelphia: Lea & Febiger; 1918.

42. Putz R, Pabst R. Atlas de anatomía humana Sobotta. Tomo 2: Tronco, vísceras y miembro inferior. Madrid: Médica Panamericana; 2000.
43. Kapandji AI. Fisiología articular. Vol 3: Tronco y raquis. Madrid: Médica Panamericana; 2004.
44. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana, descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 2: Miembros, Sistema Nervioso Central. Barcelona: Masson; 1994.
45. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana, descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3: Tronco. Barcelona: Masson; 1994.
46. Dvorak J. Medicina manual: Diagnóstico. Barcelona: Scriba; 1989.
47. Bjorklund K, Naessen T, Nordstrom ML, Bergstrom S. Pregnancy-related back and pelvic pain and changes in bone density. Acta Obstet. Gynecol. Scand. 1999;78:681–5. doi: 10.1080/j.1600-0412.1999.780804.x
48. Posel P, Schulte E. Sobotta, estructura del cuerpo humano. Madrid: Marbán; 1999.
49. Calais-Germain B, Lamotte A. Anatomía para el movimiento. Tomo 1: Introducción al análisis de las técnicas corporales. Barcelona: Libros de la Liebre de Marzo; 1996.
50. Ricard F. Tratamiento osteopático de las algias lumbopélvicas. 3a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2005.
51. Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 4: Miembros inferiores. 5a ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
52. Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 3: La pubalgia. 5a ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
53. Boyling JD, Grievé. Terapia manual contemporánea. Columna vertebral. 3a ed. Barcelona: Masson; 2006.
54. Ricard F. Tratamiento osteopático de las lumbalgias y lumbociáticas por hernias discales. Madrid: Médica Panamericana; 2003.
55. Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 1. Tronco y columna cervical. 5a ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
56. Busquet L. Las cadenas musculares. Tomo 2. Lordosis, cifosis, escoliosis y deformaciones torácicas. 5a ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
57. Miralles R. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 2002.
58. Schneider W, Dvorak J, Dvorak V, Tritschler T. Medicina manual terapéutica. Barcelona: Scriba; 1989.

59. Ricard F. Conceptos mecánicos, neurológicos y radiológicos en los trastornos posturales de la columna vertebral. Monográfico escoliosis. Revista Científica de Terapia Manual y Osteopatía. 1998;8(9):8-13.
60. Tixa S, Ebenegger B. Atlas de techniques articulaires ostéopathiques. Tome 2: Bassin et charnière lombo-sacrée. Paris: Masson; 2004.
61. Calvillo O, Skaribas I, Turnipseed J. Anatomy and pathophysiology of the sacroiliac joint. Curr. Rev. Pain. 2000;4(5):356-61.
62. Brunner C, Kissling R, Jacob HA. The effects of morphology and histopathologic findings on the mobility of the sacroiliac joint. Spine. 1991;16(9):1111-7.
63. Colachis S, Worden R, Betchol C, Strohm B. Movement of the sacroiliac joint in adult male: a preliminary report. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1963;44:490-8.
64. Daly JM, Frame PS, Rapoza PA. Sacroiliac subluxation: a common, treatable cause of low-back pain in pregnancy. Fam. Pract. Res. J. 1991;11(2):149-59.
65. Daly JM, Frame PS, Rapoza PA. Changes in innominate tilt after manipulation of the sacroiliac joint in patients with low back pain. An experimental study. Phys. Ther. 1988;68(9):1359-63.
66. Egund N, Olsson TH, Schmid H, Selvik G. Movements in the sacroiliac joints demonstrated with roentgen stereophotogrammetry. Acta Radiol. Diagn. (Stockh). 1978;19(5):833-46.
67. Lavignolle B, Senegas J, Vital JM, Destandau J, Toson B, Bouyx P, et al. An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joint in vivo. Anat. Clin. 1983;5(3):169-76.
68. Lund PJ, Krupinski EA, Brooks WJ. Ultrasound evaluation of sacroiliac motion in normal volunteers. Acad Radiol. 1996;3(3):192-6.
69. Miller JA, Schultz AB, Andersson GB. Load-displacement behavior of sacroiliac joints. J. Orthop. Res. 1987;5(1):92-101.
70. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations of Rehabilitation. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2010.
71. Smidt GL, Mc Quade K, Wei SH, Barakatt E. Sacroiliac kinematics for reciprocal straddle positions. Spine. 1995;20(9):1047-54.
72. Stureson B, Udén A, Onsten I. Can an external frame fixation reduce the movements in the sacroiliac joint? A radiostereometric analysis of 10 patients. Acta Orthop. Scand. 1999;70(1):42-6.

73. Stuessen B, Udén A, Onsten I. Movements of the sacroiliac joints. A roentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine*. 1989;14(2):162-5.
74. Stuessen B, Udén A, Vleeming A. A radiostereometric analysis of the movements of the sacroiliac joints in the reciprocal straddle position. *Spine*. 2000;25(2):214-7.
75. Stuessen B, Udén A, Vleeming A. A radiostereometric analysis of movements of the sacroiliac joints during the standing hip flexion test. *Spine*. 2000;25(3):364-8.
76. Takayama A. Stress analysis and movement in sacroiliac joints. *Nippon Ika Daigaku Zasshi*. 1990;57(5):476-85.
77. Vukicevic S, Marusic A, Stavljenic A, Vujicic G, Skavic J, Vukicevic D. Holographic analysis of the human pelvis. *Spine*. 1991;16(2):209-14.
78. Lampe F. La combinación de la técnica global de la pelvis bilateral más la técnica de energía muscular de los isquiotibiales, mejora la extensibilidad de estos músculos y la prolonga durante más tiempo que si los isquiotibiales fueran tratados con la técnica de energía muscular solamente. [Tesis DO]. Madrid, Escuela de Osteopatía de Madrid; 2005.
79. Jacob HA, Kissling RO. The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 1995;10(7):352-61.
80. Djabaku FM, Solano R. Contribution à l'exploration de la sacro-iliaque, analys estatistique du test d'allongement-racourcissement des membres inférieurs. [Tesis DO]. París, Collège Ostéopathique W.G. Sutherland; 1990.
81. Tullberg T, Blomberg S, Branth B, Johnsson R. Manipulation does not alter the position of the sacroiliac joint. A roentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine*. 1998;23(10):1124-8.
82. Pfeiffer RP, Mangus BC. Las lesiones deportivas. 1a ed. Madrid: Paidotribo; 2000, p. 17.
83. Monteagudo M, Villardefrancos S. Artrodesis frente a artroplastia en el tobillo traumático. *Indicaciones. MC Medical*. 2007;15(4):119-24.
84. Hockenbury RT. Forefoot problems in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1999; 31(7 Suppl):S448-S458.
85. McKenzie DC, Clement DB, Taunton JE. Running shoes, orthotics, and injuries. *Sports Med*. 1985; 2(5):334-47.
86. Rodgers M. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Phys. Ther*. 1988;68(12):1822-30.

87. Rius Sant J. Metodología y técnicas del atletismo. Barcelona: Paidotribo; 2005.
88. Kaya D, Atay OA, Callaghan MJ, Cil A, Çağlar O, Citaker S, et al. Hallux valgus in patients with patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009;17(11):1364-7.
89. Clark KP, Ryan LJ, Weyand PG. Foot speed, foot-strike and footwear: linking gait mechanics and running ground reaction forces. *J. Exp. Biol.* 2014;217(Pt 12):2037-40.
90. Nagahara R, Matsubayashi T, Matsuo A, Zushi K. Kinematics of transition during human accelerated sprinting. *Biol. Open.* 2014;3:689-99.
91. Sánchez HEV, de Loera RCO, Cobar BAE, Martín OK. Biomecánica funcional del pie y tobillo: comprendiendo las lesiones en el deportista. *Ortho-tips.* 2016;12(1):6-11.
92. McCann DJ, Higginson BK. Training to maximize economy of motion in running gait. *Curr. Sports Med. Rep.* 2008;7(3):158-62.
93. Støren Ø, Helgerud J, Hoff J. Running stride peak forces inversely determines running economy in elite runners. *J. Strength Cond. Res.* 2011; 25(1):117-23.
94. Hinrichs H-U. Lesiones deportivas. 2a ed. Barcelona: Hispano Europea; 1999.
95. Jurado A, Medina Porqueres I. Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia. Madrid: Paidotribo; 2008, p. 305.
96. Jarvinen M. Epidemiology of tendon injuries in Sports. *Clin. Sports Med.* 1992; 493-504.
97. García Soidán JL, Arufe Giráldez V. Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Deporte.* 2003;3(12):260-70.
98. Dreyfuss P, Cole AJ, Pauza K. Sacroiliac joint injection techniques. *Phys. Med. Rehabil. Clin. North Am.* 1995;6:785-813.
99. Maugars Y, Mathis C, Berthelot JM, Charlier C, Prost A. Assessment of the efficacy of sacroiliac corticosteroid injections in spondyloarthropathies: a double-blind study. *Br. J. Rheumatol.* 1996;35:767-70.
100. Braun J, Bollow M, Seyrekbasan F, Häberle HJ, Eggens U, Mertz A, et al. Computed tomography guided corticosteroid injection of the sacroiliac joint in patients with spondyloarthropathy with sacroiliitis: clinical

- outcome and follow-up by dynamic magnetic resonance imaging. *J. Rheumatol.* 1996;23(4):659–64.
101. Luukkainen R, Nissila M, Asikainen E, Sanila H, Lehtinen K, Alanaatu A, et al. Periarticular corticosteroid treatment of the sacroiliac joint in patients with seronegative spondyloarthritis. *Clin. Exp. Rheumatol.* 1999;17(1):88–90.
102. Luukkainen R, Wennerstrand PV, Kautiainen HH, Sanila MT, Asikainen EL. Efficacy of periarticular corticosteroid treatment of the sacroiliac joint in non-spondyloarthropathic patients with chronic low back pain in the region of the sacroiliac joint. *Clin. Exp. Rheumatol.* 2002;20(1):52–4.
103. Schuit D, McPoil TG, Mulesa P. Incidence of sacroiliac joint malalignment in leg length discrepancies. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 1989;79:380–3.
104. Herzog W, Conway PJ. Gait analysis of sacroiliac joint patients. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 1994;17(2):124–7.
105. Marymont JV, Lynch MA, Henning CE. Exercise-related stress reaction of the sacroiliac joint: an unusual cause of low back pain in athletes. *Am. J. Sports Med.* 1986;14:320–40.
106. Schoenberger M, Hellmich K. Sacroiliac dislocation and scoliosis. *Hippokrates.* 1964;35:476–9.
107. Katz V, Schofferman J, Reynolds J. The sacroiliac joint: a potential cause of pain after lumbar fusion to the sacrum. *J. Spinal Disord. Tech.* 2003;16:96–9.
108. Albert H, Godskesen M, Westergaard J. Prognosis in four syndromes of pregnancy-related pelvic pain. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2001;80:505–10.
109. Berg G, Hammar M, Moller-Nielsen J, Lindén U, Thorblad J. Low back pain during pregnancy. *Obstet. Gynecol.* 1988;71(1):71–5.
110. Daly JM, Frame PS, Rapoza PA. Sacroiliac subluxation: a common treatable cause of low-back pain in pregnancy. *Fam. Pract. Res. J.* 1991;11:149–59.
111. Bollow M, Braun J, Hamm B. Sacroiliitis: the key symptom of spondylarthropathies. 1. The clinical aspects [in German]. *Rofo.* 1997;166:95–100.
112. Fortin JD. Sacroiliac joint dysfunction: a new perspective. *J. Back Musculoskeletal Rehabil.* 1993;3:31–43.
113. Baquie P, Brukner P. Injuries presenting to an Australian sports medicine center: a 12-month study. *Clin. J. Sport Med.* 1997;7:28–31.

114. LeBlanc KE. Sacroiliac sprain: an overlooked cause of back pain. *Am. Fam. Physician.* 1992;46:1459-63.
115. Chou LH, Slipman CW, Bhagia SM, Tsaur L, Bhat AL, Isaac RG, et al. Inciting events initiating injection-proven sacroiliac joint syndrome. *Pain Med.* 2004;5(1):26–32. doi: 10.1111/j.1526-4637.2004.04009.x
116. Peebles R, Christopher E, Jonas, DO. Sacroiliac joint dysfunction in the athlete: diagnosis and management. *Curr. Sports Med. Rep.* 2017;16(5):336-42. doi: 10.1249/JSR.0000000000000410
117. Lozano-Quijada C, Poveda-Pagán EJ, Munuera-Verdú C. Disfunción sacroiliaca: fiabilidad y validez de los test de diagnóstico. Revisión bibliográfica. *Rev. Fisioter. (Guadalupe).* 2010;9(2):15-21.
118. Greenman P. Principios y práctica de medicina manual. 3a ed. Buenos aires: Medica Panamericana; 2005.
119. Petty NJ, Moore AP. Exploración y evaluación neuromusculoesquelética. 2a ed. Aravaca (Madrid): McGraw-Hill, Interamericana de España; 2003.
120. Ricard F, Jean-Luc S. Tratado de osteopatía. 3a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
121. Pierron G, Leroy A, Péninou G, Dufour M, Génot C. Kinesioterapia III: Miembros superiores. Madrid: Médica Panamericana; 1988.
122. Fernández R, González L, Rodríguez B. Aspectos académicos de la terapia manual. *Cuest. Fisioter.* 2001;18:13-25.
123. Meeker WC, Haldeman S. Chiropractic: a profession at the crossroads of mainstream and alternative medicine. *Ann. Int. Med.* 2002;136(3):216-27.
124. Khalsa PS, Eberhart A, Cotler A, Nahin R. The 2005 conference on the biology of manual therapies. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2006;29(5):341-6.
125. Arkuszewski Z. Joint blockage: a disease, a syndrome or a sign. *Manual Med.* 1988;3:132-4.
126. Cramer GD, Tuck NR Jr, Knudsen JT, Fonda SD, Schliesser JS, Fournier JT, et al. Effects of side-posture positioning and side-posture adjusting on the lumbar zygapophysial joints as evaluated by magnetic resonance imaging: a before and after study with randomization. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2000;23:380-94.
127. Bogduk N, Jull G. The theoretical pathology of acute locked back: a basis for manipulative therapy. *Manuelle Medizin.* 1985;23:77-81.

128. Nansel D, Cremata E, Carlson J, Szlazak M. Effect of unilateral spinal adjustments on goniometrically-assessed cervical lateral-flexion end-range asymmetries in otherwise asymptomatic subjects. *J. Manip. Physiol. Ther.* 1989;12(6):419-27.
129. Ohlmann T. La perception de la verticale. Variabilité interindividuelle dans la dépendance à l'égard des référentiels spatiaux. [Tesis doctoral]. Paris : University of Paris ; 1988.
130. Kendall F. Músculos y pruebas funcionales. Madrid: Marbán; 2000.
131. Pailiard J. Motor and representational framing of space. In: Pailiard J. *Brain and space*. Oxford: Oxford University Press; 1991, pp. 163-82.
132. Smith JW. The act standing. *Acta Orthop. Scand.* 1953;23:159.
133. Paillard J. Le traitement des informations spatiales. In: Association de Psychologie de Langue Française. *De l'espace corporel à l'espace Ecologique*. Paris: Presses Universitaires de France; 1974, pp. 7-54.
134. Paillard J. Cognitive versus sensorimotor encoding of spatial information. In: Ellen P, Thinus-Blanc C. *Cognitive processes and spatial orientation in animal and man*. Vol II. Dordrecht: Nijhoff; 1987, pp. 43-77.
135. Igual C, Muñoz E, Aramburu C. *Fisioterapia general: Cinesiterapia*. Madrid: Síntesis; 1996.
136. Bricot B. *La reprogrammation posturale globale*. Montpellier: Sauramps; 1996.
137. Bricot B. Defining standards in clinical posturology?. 1996. Disponible en: <http://pmsgagey.club.fr/Normalie-a.htm>
138. Gangnet N, Pomeroy V, Dumas R, Skalli W, Vital JM. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surg. Radiol. Anat.* 2003;25:424-33.
139. Amblard B, Crémieux J, Marchand AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic cues. *Exp. Brain Res.* 1985;61:21-37. doi: 10.1007/BF00235617
140. Leipholtz HHE. *Stability of elastic systems*. Alphen aan den Rijn (Netherlands): Sijthoff and Noordhoff; 1980.
141. Cholewicki J, Simons APD, Radebold A. Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. *J. Biomech.* 2000;33(11):1377-85.
142. Thomas A, Ajuriaguerra J. *L'axe corporel musculature et innervation*. Paris: Masson; 1948.

143. Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. *Phys. Ther.* 1990;70:855-63.
144. Cordo PJ, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J. Neurophysiol.* 1982;47:287-302.
145. Horak FB, Shupert CL, Dietz V. Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Exp. Brain Res.* 1994;100:93-106.
146. Brown JE, Frank JS. Influence of event anticipation on postural actions accompanying voluntary movement. *Exp. Brain Res.* 1987;67:645-50.
147. Nardone A, Schieppati M. Postural adjustments associated with voluntary contraction of leg muscles in standing man. *Exp. Brain Res.* 1988;69:469-80.
148. Montgomery C, Conolly BH. *Clinical application for motor control*. 2nd ed. New Jersey: Slack; 2003.
149. Isableu B, Ohlmann T, Cremieux J, Amblard B. Differential approach to strategies of segmental stabilisation in postural control. *Exp. Brain Res.* 2003;150(2):208-21.
150. Diener HC, Dichgans J. On the role of vestibular, visual and somatosensory information for dynamic postural control in humans. In: Pompeiano O, Allum JHJ. *Progress in brain research*. London: Elsevier; 1988.
151. Gagey PM, Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Marucchi C, Villeneuve P. *Huit lecons de posturologie*. París: Editées par l'Association Francaise de Posturologie; 1994.
152. Matthews PB. Muscle spindles and their motor control. *Physiol. Rev.* 1964;44:219-88. doi: 10.1152/physrev.1964.44.2.219.
153. WMA. Declaration of Helsinki Working Group. Draft revised text for public consultation. Disponible en: <https://www.wma.net>.
154. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: LEA; 1988.
155. Hernández R. *Morfología funcional deportiva*. México D.F: Paidotribo; 1989.
156. Willems TM, De Ridder R, Roosen P. The effect of a long-distance run on plantar pressure distribution during running. *Gait Posture.* 2012;35(3):405-9.
157. Doyle RJ, Hsiao-Wecksler ET, Ragan BG, Rosengren KS. Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait Posture.* 2007;25(2):166-71.

158. Nomura K, Fukada K, Azuma T, Hamasaki T, Sakoda S, Nomura T. A quantitative characterization of postural sway during human quiet standing using a thin pressure distribution measurement system. *Gait Posture*. 2009;29(4):654-7.
159. Escamilla E, Calderón JF, Rodríguez T, Retortillo C, Lavado JM, Morales ML. Análisis del centro de gravedad mediante podobarometría electrónica en niños sanos en edad escolar. *Enferm. Científ.* 2003;258:72-5.
160. Rai DV, Aggarwarl LM, Bahadur R. Plantar pressure changes in normal and pathological foot during bipedal standing. *Indian J. Orthop.* 2006;40(2):119-22.
161. Belmonte A. Análisis baro-Eetabilométrico de los integrantes de la patrulla acrobática paracaidista del ejército del aire. [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2017.
162. Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure distribution under symptom-free during barefoot standing. *Foot Ankle*. 1987;7:262-76.
163. Martínez-Nova A, Sánchez-Rodríguez R, Cuevas García J, Sánchez-Barrado E. Estudio baropodométrico de los valores de presión plantar en pies no patológicos. *Rehabilitación*. 2007;41(4):155-60.
164. Gómez A, Lorente R, Torralba J. Estudio podobarométrico en gestantes. *Therapeia*. 2010;2:43-52.
165. Oller A. La fórmula metatarsal y su valor predictivo en los trastornos de la marcha. [Tesis doctoral]. L'Hospitalet de Llobregat: Universidad de Barcelona; 2006.
166. Dueñas L. Estudio del umbral de disconfort a la presión en el pie de las personas mayores. [Tesis doctoral]. Valencia: Universidad de Valencia; 2013
167. Viladot A. Biomecánica: estática y exploración. En: *Patología del antepié*. 3a ed. Barcelona: Toray; 1984, pp. 29-54.
168. Arcan M, Brull MA. A fundamental characteristic of the human body and foot. The foot-ground pressure pattern. *J. Biomech.* 1976;9:453-7.
169. Morton D. *The human foot*. 1st ed. New York: Columbia University Press; 1948.
170. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2004;19(10):1055-9.
171. Nagel A, Fernholz F, Kibele C, Rosenbaum D. Long distance running increases plantar pressures beneath the metatarsal heads: a barefoot

- walking investigation of 200 marathon runners. *Gait Posture*. 2008;27(1):152-5.
172. Baumfeld D, Baumfeld T, Lopes da Rocha R, Macedo B, Raduan F, Zambelli R, et al. Reliability of baropodometry on the evaluation of plantar load distribution: A transversal study. *Biomed. Res. Int.* 2017;5925137. doi: 10.1155/2017/5925137
173. Vázquez MI, Núñez-Cornejo C, Pérez A, Mollá J, González L. Efecto de las plantillas conformadas en pacientes con algias plantares. *Rehabilitación*. 2010;44(1):46-52.
174. Waldecker U. Metatarsalgia in hallux valgus deformity: A pedographic analysis. *J. Foot Ankle Surg.* 2002;41(5):300-8. doi: 10.1016/s1067-2516(02)80048-5
175. Keijsers NLW, Stolwijk NM, Louwerens JW, Duysens J. Classification of forefoot pain based on plantar pressure measurements. *Clin. Biomech.* 2013;28(3):350-6.
176. Paillard T, Noé F, Rivière T, Marion V, Montoya R, Dupui P. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *J. Athl. Train.* 2006;41(2):172-6.
177. Guimaraes-Ribeiro D, Hernández-Suarez M, Rodríguez-Ruiz D, García-Manso JM. Efecto del entrenamiento sistemático de gimnasia rítmica sobre el control postural de niñas adolescentes. *Rev. Andal. Med. Deporte.* 2015;8(2):54-60.
178. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodríguez D, Costa Tutusaus L, Bagur Calafat C, Lloret Riera M, Montañola Vidal A. Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunts*. 2009;44(162):74-81.
179. González RA. Análisis del centro de presión en posturografía en pacientes con síndrome de dolor lumbar crónico. [Tesis Doctoral]. Chile: Universidad de Chile; 2004.
180. López-Rodríguez S, Fernández de-Las-Peñas C, Albuquerque-Sendín F, Rodríguez-Blanco C, Palomeque-del-Cerro L. Immediate effects of manipulation of the talocrural joint on stabilometry and baropodometry in patients with ankle sprain. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2007;30(3):186-92.
181. Igarashi M. Vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium: 7th International Symposium of the International Society of Posturography. Houston: S Karger AG; 1985.

182. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
183. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 1998;23(3):371-7.
184. Luoto BM. Mechanisms explaining the association between low back trouble and deficits in information processing. *Spine*. 1999;24:255-61.
185. Byl Nies N, Sinnott P. Variations in balance and body sway in middle-aged adults". *Spine*. 1990;16:325-30.
186. Kinney L, Tanya L. Difference in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1998;28(6):378-83.
187. Gagey P-M, Weber B. Posturología: Regulación y alteraciones de la bipedestación. Barcelona: Masson; 2001.
188. Allum JH, Bloem BR, Carpenter MG, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait Posture*. 1998;8(3):214-42. doi: 10.1016/s0966-6362(98)00027-7
189. Hols S, Indahl A, Solomonow M. Sensorimotor control of the spine. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2002;12(3):219-34. doi: 10.1016/s1050-6411(02)00028-7
190. Berdejo-del-Fresno D, Lara Sánchez AJ, Martínez-López, EJ, Cachón Zagalaz J, Lara Diéguez S. Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Deporte*. 2013;13(49):19-39.

XII – ANEXOS

12.1. ANEXO I: CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,, con DNI:.....
DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación del Proyecto titulado: **Efectos baropodométricos de las técnicas osteopáticas de thrust y energía muscular en corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por un ilíaco en posterioridad: Ensayo clínico controlado aleatorizado.**

Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: D. Urko José García Peñalver, Dra. Dña. María Victoria Palop y Dra. Dña. Linda Chung.

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso): **Pruebas de valoración de la articulación sacroilíaca (Test de flexión en bipedestación, test de flexión en sedestación, test de Gillet, test de Gillet en sedestación) y valoración en una plataforma de presiones.**

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, Real Decreto-Ley 5/2018, de 27 de julio y Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS DE LA SALUD. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.

En Guadalupe (Murcia) a de de 20

El investigador,

Fdo:.....

Fdo:.....

12.2. ANEXO II: DOCUMENTO INFORMATIVO A LOS PARTICIPANTES

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA SUJETOS SOMETIDOS A ESTUDIO (HOJA INFORMATIVA)

1. EN QUÉ CONSISTE Y PARA QUÉ SIRVE:

Se trata de un estudio experimental que tiene por objetivo valorar la influencia de las técnicas osteopáticas de thrust y musculo-energía, realizadas en la articulación sacroilíaca, en variables de la biomecánica articular tales como: el apoyo plantar, la distribución de las cargas entre los miembros inferiores y el equilibrio, entre otras.

La influencia de la articulación en estas variables se va a obtener de una comparativa entre tres grupos: Grupo con intervención thrust, grupo con intervención musculo-energía y un grupo control o placebo. Las mediciones se realizarán al inicio y final de dicha intervención.

Una vez obtenidos los resultados, se compararán entre los grupos, para observar y valorar qué cambios generan estas técnicas en las variables; con el fin de esclarecer qué técnica produce un mejor resultado en las mismas.

2. CÓMO SE REALIZA:

Las intervenciones consisten en una valoración previa de la movilidad articular de la articulación sacroilíaca, para determinar el tipo de disfunción presente en cada atleta. Seguido de una medición en una plataforma de presiones donde se analizará el apoyo plantar, la distribución del peso en ambos miembros inferiores y los puntos de equilibrio.

Posteriormente se procederá a realizar la manipulación o maniobra oportuna, dependiendo del grupo en el que se encuentre.

Una vez realizada la intervención, se volverán a realizar las mediciones previas de las variables y parámetros, para su posterior evaluación.

3. QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

Tras la manipulación, en el caso de que sea tipo thrust, suele sentir una liberación y una mejora en la movilidad articular de la pelvis. Sin embargo, puede percibir en el momento de realizar la manipulación, un estiramiento brusco de corta duración que le puede producir cierta sorpresa, pero no dolor. Además, puede sentir en días posteriores una variación en su mecánica de la carrera o en el desarrollo de la marcha. Así mismo, en casos excepcionales, podría notar alguna leve molestia tras la intervención en la articulación sacroilíaca por la ejecución de la técnica.

4. EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

Si participa en la intervención, conseguirá una corrección óptima de la disfunción sacroilíaca y una mejora en la movilidad articular. Además de obtener una posible mejora de la ejecución de la técnica de carrera, un mejor apoyo en ambos miembros inferiores, un apoyo plantar más equilibrado, disminución de posibles lesiones posteriores y una relajación muscular en la región lumbar y en la musculatura de sus miembros inferiores.

Asimismo, a través de su correo electrónico, podrá obtener información acerca de los resultados obtenidos en la prueba una vez se haya terminado

el estudio y de una hoja informativa con estiramientos o ejercicios para poder mejorar la funcionalidad de su articulación sacroilíaca.

5. QUÉ RIESGOS TIENE:

Los efectos secundarios no son frecuentes. Muy ocasionalmente pueden producirse molestias locales o fatiga post-manipulación, de corta duración.

6. SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:

Para realizar las intervenciones, usted debe haber superado los criterios de inclusión y exclusión. La única situación especial que puede afectar al estudio es el miedo a la manipulación. En el caso de que temiera dicha manipulación, se procedería a descartar la maniobra y excluirlo del estudio.

7. OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS:

Se evaluará e intervendrá en carreras populares de atletismo; siendo el lugar habilitado previamente por la organización de la carrera.

En el caso de que ofrezca su disponibilidad para ser intervenido en más de una ocasión, se realizarán hasta tres intervenciones, separadas por un mínimo de una semana, para evaluar los resultados tras ese periodo de tiempo.

8. OTRAS CUESTIONES PARA LAS QUE LE PEDIMOS SU CONSENTIMIENTO:

Se le pedirá el consentimiento informado para formar parte del estudio y para que rellene una encuesta acerca de otras variables como: el peso, la altura, la edad, el sexo, su pierna dominante, tipo de calzado deportivo que

utiliza, ergonomía habitual en el puesto de trabajo, otros deportes que practica, uso de plantillas, antecedentes de haber sufrido dolor lumbar o pélvico y si ha padecido síntomas de incontinencia urinaria.

12.3. ANEXO III: FICHA PROFORMA DE RECOGIDA DE DATOS

Efectos baropodométricos de las técnicas osteopáticas de thrust y energía muscular en corredores de fondo con disfunción sacroilíaca por ilíaco posterior: ensayo clínico controlado aleatorizado

Nombre y apellidos: _____

1. SEXO

- Hombre - Mujer

2. EDAD

.....

3. PESO

.....

4. DEPORTES QUE PRACTICA APARTE DE CORRER (GIMNASIO, NATACIÓN, FUTBOL, ETC)

.....

5. MODELO DE ZAPATILLA QUE UTILIZA

.....

6. USA PLANTILLAS

- Para correr - En su vida diaria -Ambos - No utiliza

7. ¿ESTIRA DESPUÉS DE CORRER?

- Sí -No

8. EN CASO DE ESTIRAR ¿QUÉ ESTIRA?

- GEMELOS -ISQUIOTIBIALES -GLÚTEO -PIRAMIDAL -CUÁDRICEPS
 -ADDUCTORES -PSOAS

9. ¿PADECE O SUELE PADECER DOLOR LUMBAR? CUANDO SIENTE ESE DOLOR CÓMO LO CUANTIFICARÍA DEL 1 AL 10, SIENDO 10 EL MÁXIMO DOLOR QUE HAYA SENTIDO Y 1 AUSENCIA DE DOLOR.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. ¿HA TENIDO ALGUNA VEZ UNA PÉRDIDA DE ORINA?

-Si -NO

11. ¿LE HAN DIAGNÓSTICADO ALGUNA VEZ UNA PIERNA CORTA?

-SI -NO