



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE MASTER

**APOFISITIS CALCÁNEA
EN EL PIE INFANTIL
APLICACIÓN DE SOPORTE PLANTAR CON Y
SIN CORRECCIÓN: ESTUDIO PILOTO**

AUTOR:

Sergio Gutiérrez Navarro.

DIRECTORA:

M^a Ángeles Franco Sierra.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ZARAGOZA

2012

APOFISITIS CALCÁNEA EN EL PIE INFANTIL. APLICACIÓN DE SOPORTE PLANTAR CON Y SIN CORRECCIÓN: *ESTUDIO PILOTO*

Autor: Sergio Gutiérrez Navarro
Directora: M^a Ángeles Franco Sierra

La Apofisitis Calcánea es una alteración en la apófisis del calcáneo secundaria a un proceso inflamatorio, que aparece en la edad infantil, derivado de la tensión muscular del sistema aquileo-calcáneo-plantar durante el periodo de crecimiento. Presenta dolor localizado en las regiones posterior y lateral del talón, con posible tumefacción. Su tratamiento conservador está dirigido a eliminar la tensión y reducir la sintomatología.

Objetivo: Analizar la efectividad del soporte plantar Podoactiva en la apofisitis calcánea en niños entre 7 y 12 años, comparándola con el uso de taloneras estándar.

Metodología: Estudio experimental con grupo de intervención y grupo control, simple ciego, con período de seguimiento de tres meses, sobre 10 sujetos con una media de 10.80 ± 1.03 años y un IMC de 20.29 ± 2.57 , que presentan dolor retrocalcáneo, cuyo diagnóstico inicial es apofisitis calcánea. La intervención terapéutica experimental consiste en una talonera estándar añadida a soporte plantar Podoactiva con corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal. En el grupo control se coloca una talonera estándar.

Resultados: En la revisión del tercer mes, los niños del grupo intervención manifestaron no tener dolor al acabar la práctica deportiva y tan sólo un 20% reveló alguna molestia esporádica. El 80% de los niños que usaron la talonera estándar declararon tener todavía dolor al terminar la actividad física.

Conclusiones: Ambas intervenciones consiguen una mejoría del dolor retrocalcáneo al mes y a los tres meses de seguimiento del tratamiento, siendo el soporte plantar Podoactiva más eficaz en el abordaje terapéutico de esta afectación. Ningún niño abandonó la actividad física a lo largo de los tres meses.

Palabras clave: Apofisitis calcánea, ortesis, soporte plantar, baropodometría, algometría.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

*NOTA: Al objeto de simplificar y facilitar la lectura de este texto, en algunas ocasiones se ha hecho uso del término genérico “niños” para hacer referencia tanto a niños como a niñas.

**La utilización de fotografías de niños o niñas que ilustran algunas figuras ha sido autorizada previamente por los padres o madres.

1. INDICE

1. Índice.....	4
2. Introducción.....	5
2.1 Anatomía funcional del calcáneo.....	5
2.2 Cronología de osificación del calcáneo.....	5
2.3 Alteración del centro de osificación del calcáneo.....	5
2.4 Etiopatogenia y Clínica de la apofisitis calcánea.....	6
2.5 Diagnóstico de la apofisitis calcánea.....	7
2.6 Tratamiento de la apofisitis calcánea.....	8
2.7 Justificación del estudio.....	8
2.8 Hipótesis.....	9
2.9 Objetivos.....	9
3. Metodología.....	10
3.1 Diseño del estudio.....	10
3.2 Cronograma.....	10
3.3 Población de estudio.....	10
3.4 Instrumentos de medida.....	11
3.5 Metodología.....	12
3.6 Variables a estudio.....	14
3.7 Análisis estadístico.....	15
3.8 Consideraciones éticas.....	17
4. Resultados.....	18
4.1 Análisis Univariante.....	18
4.2 Análisis Bivariante.....	19
5. Discusión.....	21
6. Conclusiones.....	28
7. Bibliografía.....	29
8. Anexos.....	32

2. INTRODUCCIÓN

2.1 ANATOMÍA FUNCIONAL DEL CALCÁNEO

El calcáneo es el hueso más grande del tarso. La cara superior se articula con el astrágalo formando la articulación subastragalina, responsable del movimiento de inversión y eversión del pie durante la marcha. La cara medial presenta el sustentaculum tali, que prolonga el hueso en sentido antero-medial, soportando y estabilizando la porción medial del astrágalo. La cara inferior del calcáneo es triangular con dos tubérculos en la base posterior (postero-medial y postero-lateral), donde se insertan músculos que dan soporte a la planta del pie, como la aponeurosis plantar y el flexor corto de los dedos¹. En la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo tiene lugar la inserción del tendón de Aquiles, punto de encuentro de los tendones del músculo sóleo, de los gemelos (tríceps sural) y del delgado plantar. Una parte de las fibras superficiales del tendón de Aquiles se extiende hasta la aponeurosis plantar formando el sistema aquileo-calcáneo plantar² (Figura 1, ANEXO I). De esta forma, el calcáneo actúa, en la fase de despegue de la marcha, como una auténtica palanca transmisora de la fuerza del músculo tríceps al pie, favoreciendo el movimiento de inversión de la articulación subastragalina y convirtiendo al pie en una palanca rígida favoreciendo la propulsión y así el avance del miembro inferior.

2.2 CRONOLOGÍA DE OSIFICACIÓN DEL CALCÁNEO

Existen cambios notables en la morfología de los huesos durante el desarrollo embrionario y las fases postnatal y juvenil para formar el modelo del pie adulto³. El crecimiento óseo concluye aproximadamente a los 21 años⁴.

El crecimiento de los huesos del pie se realiza mediante los fenómenos de osteogénesis, experimentados a partir de uno o dos centros de osificación denominados primario y secundario. El centro primario de osificación se forma por depósito de un disco transversal en la matriz cartilaginosa a nivel del centro de la diáfisis embrionaria, mientras que el centro secundario de osificación suele aparecer tras el parto.

Todos los huesos del pie se forman a partir de un centro primario de osificación y, las falanges, los metatarsianos y el calcáneo poseen además un centro secundario⁵.

El centro primario de osificación del calcáneo aparece en el centro del hueso en el quinto mes de desarrollo fetal, y el centro de osificación secundario es visible radiológicamente entre los 7 y los 10 años, soldando a los 17 años en el sexo femenino y hacia los 20 años en el masculino⁴.

2.3 ALTERACIÓN DEL CENTRO DE OSIFICACIÓN DEL CALCÁNEO

La Apofisitis Calcánea (también conocida como Enfermedad de Sever), fue descrita en 1912 por Sever⁵ como una alteración en la apófisis del calcáneo secundaria a un proceso inflamatorio derivado de la tensión muscular del sistema aquileo-calcáneo-plantar

ejercida en la zona durante el periodo de crecimiento, caracterizada por dolor retrocalcáneo en niños y adolescentes, relacionando el cuadro clínico con necrosis isquémica del núcleo secundario de osificación, por los fenómenos de esclerosis y fragmentación.

Durante muchos años se ha pensado que la enfermedad de Sever era un proceso avascular o de necrosis isquémica del núcleo secundario de osificación del calcáneo, sin embargo, un estudio llevado a cabo por Volpon y cols⁵ en 2002 demostró que, radiográficamente, no hay ninguna evidencia de tal condición avascular como histopatología de la apófisis calcánea a diferencia de como se observa en otros tipos de osteocondritis; esta nueva teoría no contradice la etiología mecánica sobre la enfermedad de Sever, expuesta anteriormente, pero sí la explicación histológica que se había defendido hasta la fecha.

Se trata, por tanto, de un proceso de osteocondritis u osteocondrosis (inflamación aguda o crónica, respectivamente, del cartílago) en el que se produce una microfractura del núcleo secundario de osificación del calcáneo. A partir de esta primera situación, comienza a aparecer tejido de cicatrización con el consiguiente depósito de sales minerales y colágeno para reparar el hueso afectado; pero la osificación y osteogénesis resultan inviables ya que las tensiones postero-anteriores y verticales siguen actuando sobre la apófisis calcánea.

2.4 ETIOLOGÍA Y CLÍNICA DE LA APOFISITIS CALCÁNEA

La edad de presentación de esta afectación varía entre los 7 y los 12 años aproximadamente. Es más frecuente en el sexo masculino y bilateral en más de la mitad de los casos⁶.

Es en esta época cuando el cartílago de crecimiento crece más, aumenta en anchura y es más débil. El tendón de Aquiles no tiene tiempo para distenderse lo suficiente, por lo que, funcionalmente, se encuentra acortado, obligando al pie a adoptar una posición en equino⁷.

Desde la niñez, la actividad física continuada genera un aumento progresivo del volumen muscular y tendinoso del individuo⁸. El gastrocnemio (gemelos), el sóleo y el delgado plantar se unen en su tercio distal formando el tendón de Aquiles. Estos músculos son indispensables para empujar el pie hacia abajo (en flexión plantar) y propulsar el cuerpo hacia adelante al andar, correr y saltar.

El tendón de Aquiles se une al calcáneo en su región posterior, muy cerca de la tuberosidad o apófisis calcánea. El estiramiento fuerte y repetido del tendón sobre esta tuberosidad provoca la inflamación del cartílago y la aparición de dolor.

Actualmente, el factor traumático se describe como el principal responsable en la etiología de la lesión. Estos traumatismos, o más bien microtraumatismos, serían de dos tipos⁹:

1. *Interno*: Tensiones ejercidas sobre la epífisis por las inserciones tendinosas.
2. *Externo*: El peso del cuerpo que descansa directamente sobre la epífisis.

Los factores que disponen a desarrollar una apofisitis calcánea son los siguientes^{10,11}:

- **Pie pronado o valgo**, cuando existe una disminución de la altura del arco longitudinal interno, el retropié se encuentra desviado en eversion y la parte distal del pie en abducción y pronación; esto provoca tensión y torsión del tendón de Aquiles y, por lo tanto, éste tira con más fuerza del cartílago de crecimiento del calcáneo.

- **Pie cavo**, cuando existe un incremento de la altura del arco longitudinal interno y además el retropié se encuentra invertido y la parte distal del pie en adducción y supinación; esta situación afecta al ángulo del talón dentro del pie, y esto provoca tensión y acortamiento del tendón de Aquiles
- **Dismetría de las extremidad inferior**, que hace que el pie de la pierna corta se estire hacia abajo para llegar al suelo y, por lo tanto, tracciona del tendón de Aquiles.
- **Sobrepeso u obesidad**, que ejerce una excesiva presión sobre el cartílago de crecimiento en relación con el aumento de peso.

Clínicamente se manifiesta como dolor localizado en las regiones posterior y lateral del talón, en la inserción del tendón de Aquiles o en el origen de la aponeurosis plantar, con tumefacción en la región posterior del calcáneo, en algunos casos. En los primeros estadios suele aparecer al finalizar la práctica deportiva, desapareciendo con un periodo breve de reposo.

Generalmente se trata de un sobreuso y sobreesfuerzo de la musculatura posterior, sumado, en algunos casos, a un rápido crecimiento corporal que puede acelerar el desarrollo muscular, y muy relacionado con el tipo y el grado de deporte que se practica.

El niño suele quejarse de dolor en el talón al terminar la práctica deportiva, algo que no llama excesivamente la atención a los padres en un primer momento, puesto que suelen achacarlo a un dolor típico de crecimiento. Si la patología evoluciona, el dolor va aumentando apareciendo al inicio del deporte y permaneciendo en días posteriores. Incluso en estadios muy avanzados puede llegar a provocar el cese de cualquier actividad que conlleve una sollicitación mecánica de la musculatura posterior de la pierna y un impacto contra el suelo (correr, saltar...). El comienzo de la sintomatología suele estar relacionado con la realización de actividades deportivas, siendo el fútbol, el baloncesto y la gimnasia las disciplinas donde aparece con mayor frecuencia¹².

2.5 DIAGNÓSTICO DE LA APOFISITIS CALCÁNEA

El diagnóstico se debe realizar mediante una exploración física del paciente en la cual aparece dolor a la compresión a ambos lados del talón y limitación de la flexión dorsal de la articulación tibio-peronea-astragalina, como consecuencia de la retracción de la musculatura posterior.

Mediante una radiografía lateral-interna en carga se observa plurifragmentación del núcleo secundario en uno o más segmentos óseos y una imagen nebulosa, esclerótica y difusa en el cartílago de crecimiento, con bordes dentados e irregulares, como en "sacabocados", tanto en calcáneo como en la apófisis (*Figura 2, ANEXO I*). Es conveniente recordar que los cambios radiográficos no son diagnósticos ni pronósticos de enfermedad, sino signos de una prueba complementaria que excluyen o clarifican el diagnóstico diferencial⁵.

Es preciso, por tanto, llevar a cabo un diagnóstico diferencial con otras entidades como lesiones tumorales benignas (osteoma-osteóide, condroblastoma o quistes óseos), enfermedades reumáticas y alteraciones del desarrollo (coaliciones tarsales, fracturas de estrés)¹², entre otras.

En 2002 es Volpon⁵ quien a través de un estudio realizado sobre un grupo control y uno que presentaba apofisitis en una muestra de niños entre 6 y 15 años, al describir las características de esta afectación indicó que sí que se trataba de una patología puesto

que cursaba con dolor retrocalcáneo e incluso provocaba el cese de la actividad deportiva, dejando constancia de que los signos radiográficos aparecía también en los niños sanos, aunque el centro secundario aparecía más fragmentado que en los niños que no presentaban la alteración. Este autor⁵ concluyó que la esclerosis es una característica normal que no se debe utilizar para establecer el diagnóstico de la apofisitis calcánea.

2.6 TRATAMIENTO DE LA APOFISITIS CALCÁNEA

Como se trata de una patología provocada por la tracción excesiva y repetida del tendón de Aquiles, el tratamiento, siempre conservador, irá encaminado a disminuir esa tracción⁷. Una vez desaparecida la sintomatología se debe recalcar la importancia de mantener una pauta de ejercicios preventivos, como estiramientos musculares, para prevenir recaídas.

La bibliografía encontrada y consultada demuestra que existen múltiples formas de tratar este tipo de afectación. Se suelen emplear terapias antiinflamatorias en fases iniciales, hielo local tras el ejercicio, estiramiento y fortalecimiento de la musculatura posterior, la elevación del talón mediante alzas para conseguir disminuir la tracción del músculo, y en cuadros muy agudos la reducción o el paro de la actividad deportiva^{2,7,13,22}. Sin embargo, ninguna deja constancia de cuál es el tratamiento más rápido y eficaz.

Mecánicamente la elevación del talón tan sólo genera un acortamiento de los grupos musculares de la región posterior de la pierna, lo que supone una disminución de la fuerza tensional sobre el tendón de Aquiles. De esta forma, se produce una disminución de la tracción del tendón sobre su inserción en el calcáneo. Sin embargo, dicha elevación no ayuda a reducir la tensión del sistema aquileo-calcáneo-plantar sometido a excesiva tracción en caso de pies valgos en los que se encuentra disminuido el arco longitudinal interno, o en caso de pies cavos al encontrarse en tensión máxima por un excesivo arco interno.

2.7 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La apofisitis calcánea es una afección que está descrita desde que Sever la descubrió en 1912, y se ha clasificado dentro de las necrosis avasculares⁵, pero es en estos últimos años es cuando se ha empezado a conocer con mayor profundidad.

Es relevante diagnosticar precozmente esta patología, dado el gran interés que supone el que no se alteren las actividades de la vida diaria del niño. Se trata de una etapa de desarrollo tanto físico como personal, por lo que hay que intentar favorecer la práctica de la actividad física y el deporte.

Aunque se trata de una patología de aparición más frecuente en la infancia⁶, la escasez de estudios de investigación sobre el tema hace que muchos profesionales duden a la hora de aplicar uno u otro tratamiento.

En el ámbito de la Ortopodología solo se ha constatado que la elevación del talón consigue disminuir la tracción del tendón de Aquiles sobre la apófisis del calcáneo y, con ello, mejorar la sintomatología^{5,7,9,11,13}. En este sentido, no han sido todavía estudiados los efectos de la utilización de un soporte plantar personalizado para cada paciente en el que se consiga compensar las alteraciones biomecánicas que se producen en función del tipo de pie (pie plano-valgo, cavo) y de la desviación del retropié en

valgo o varo. Sería de interés constatar si al corregir mecánicamente otras desviaciones se acelera la recuperación del proceso y disminuye o desaparece la sintomatología del paciente.

Tal y como se ha indicado al referirse al tratamiento de esta patología, el uso de taloneras que elevan el retropié no consigue una disminución de la tensión del sistema aquileo-calcáneo-plantar sometido a excesiva tracción en pies plano-valgos al disminuir el arco longitudinal interno, o en pies cavos al encontrarse en tensión máxima por un excesivo arco interno.

Se considera de interés, por tanto, comprobar si la relajación del sistema aquileo-calcáneo-plantar se puede conseguir de manera más eficaz mediante el uso de un soporte plantar personalizado que compense las desviaciones del pie en el plano frontal y proporcione de esta forma un apoyo correcto a las estructuras musculares plantares. Por otro lado, es de interés analizar los efectos que se derivarían de la aplicación de esta medida terapéutica, en especial, en la desaparición del dolor y en el mantenimiento de la actividad física y el deporte.

2.8 HIPÓTESIS

La aplicación de un soporte plantar personalizado con corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal, elevación y amortiguación del talón mejora la sintomatología y la funcionalidad del pie en niños entre 7 y 12 años que presentan apofisititis calcánea, respecto al uso de una talonera estándar.

2.9 OBJETIVOS

Objetivos principales

1. Analizar la efectividad del soporte plantar Podoactiva con corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal, elevación y amortiguación del talón en niños entre 7 y 12 años que presentan apofisititis calcánea, comparándola con el uso de taloneras estándar.

Objetivos secundarios

Para lograr este objetivo principal se pretende:

- a. Cuantificar el grado de disminución del dolor localizado en el talón inmediatamente, al mes y a los 3 meses de utilización del soporte plantar, comparando ambos tipos de intervenciones.
- b. Comprobar si se mantiene el nivel de práctica deportiva una vez instaurado el tratamiento en ambos tipos de intervenciones.

3. METODO

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio experimental de intervención, con grupo experimental y grupo control, simple ciego, con un periodo de seguimiento de tres meses.

3.2 CRONOGRAMA

PLAN DE TRABAJO	TIEMPO EN MESES															
	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estudios biomecánicos																
Revisiones y recogida de datos																
Análisis de datos																
Redacción del Proyecto Fin de Master																
Entrega del proyecto																
	Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estudios biomecánicos																
Revisiones y recogida de datos																
Análisis de datos																
Redacción del Proyecto Fin de Master																
Entrega del proyecto																

3.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Niños y niñas con edades comprendidas entre los 7 y los 12 años, que acuden a la Unidad de Podología “Podoactiva” en el Hospital Quirón La Floresta de Zaragoza del 1 de Diciembre de 2011 al 29 de Febrero de 2012, con dolor retrocalcáneo generalmente tras la práctica deportiva, cuyo diagnóstico inicial es una apofisitis calcánea (Enfermedad de Sever), accediendo a participar en el estudio de forma voluntaria y previa firma de consentimiento informado (ANEXO II) por parte del padre/madre/tutor legal que le acompaña, una vez el investigador explica el procedimiento completo que se va a llevar a cabo.

Para establecer la inclusión del sujeto en el estudio se le realiza una radiografía lateral-interna en carga con el fin de confirmar el diagnóstico de apofisitis calcánea.

Los criterios de exclusión que se establecen son:

1. Padecer patología ósea o inflamatoria que afecte a la postura estática o a la marcha.

2. Padecer alteraciones ortopédicas o malformaciones congénitas que afecten a la postura estática o a la marcha.
3. Padecer patología neurológica central o periférica que afecte a la postura estática o a la marcha.
4. Padecer una discapacidad psíquica o intelectual que dificulte el seguimiento de los protocolos de exploración y tratamiento.
5. Usar plantillas correctoras u otro tipo de ortesis de miembros inferiores.

Los niños y niñas que se incluyen en el estudio se distribuyen de manera aleatoria, asignándose alternativamente en 2 grupos, comenzando por el grupo experimental tras la realización de sorteo:

*Grupo experimental: niños y niñas incluidos en el estudio a los que se les aplica la intervención terapéutica experimental, que incluye una talonera estándar añadida a un soporte plantar (Podoactiva) con corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal.

*Grupo control: niños y niñas incluidos en el estudio a los que se les aplica la intervención terapéutica convencional, mediante la colocación de una talonera estándar, sin corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal.

3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para la realización de este estudio se utilizan los instrumentos de medición que se detallan a continuación.

1. Ficha de recogida de datos. **Cuestionario** específico (*ANEXO III*), en el que se recogen todos los datos básicos necesarios.

2. Medidas antropométricas. Para la obtención de la altura y el peso se utilizan los siguientes aparatos de medida.

a) Tallímetro portátil Leicester Tanita HR 001

b) Báscula Multifuncional SECA 856

3. Algometría. Para la medición del grado de dolor se utiliza:

a) Algómetro F-Meter (*Figura 3, ANEXO I*), que sirve para objetivizar la sensación de dolor y para localizar los puntos gatillo. Hace posible cuantificar el umbral de dolor a la presión local de manera reproducible en kg/cm^2 .

b) Camilla de acero fija de dos cuerpos.

4. Plataforma de presiones FootWork. Se utiliza para la valoración del centro de presiones, equilibrio y estabilometría del paciente, así como el análisis plantar estático y dinámico (*Figura 4, ANEXO I*).

3.5 METODOLOGÍA

A continuación se describen los pasos llevados a cabo en la exploración del paciente, y los soportes plantares empleados en el tratamiento en cada uno de los grupos.

1. Cumplimentación del Cuestionario.

Mediante entrevista clínica se registran los datos que figuran en el cuestionario (ANEXO III) y que se consideran de interés para el estudio.

En este cuestionario se incluye la valoración del dolor reflejado en la **Escala de Wong-Baker Faces Pain (WBFPS)**, escala analógica visual que presenta 6 caras con aumento del grado de dolor de la izquierda a derecha. Cada cara tiene una puntuación del 0 al 5. El valor 0 indica la no existencia de dolor y el valor 5 corresponde al valor máximo de la escala o máximo dolor. Se le pide al niño que elija la cara que mejor describe el dolor que tiene en ese momento^{14,15} (Figura 5, ANEXO I).

Para clasificar el tipo de deporte realizado por el paciente, se utiliza la **Clasificación de deportes según los METs**. Un equivalente metabólico (1 MET) es la cantidad de energía (oxígeno) que el cuerpo utiliza cuando se está sentado tranquilamente, por ejemplo, leyendo un libro. La intensidad se puede describir como un múltiplo de este valor. Cuanto más trabaja el cuerpo durante una actividad física o más exigencia física tiene el deporte practicado, más elevado es el nivel MET dentro de esta escala¹⁶.

2. Algometría.

Sirve para valorar el umbral del dolor a la presión local. El dispositivo consta en su extremo de un disco redondo (área de 1 cm²) unido a la presión del calibre (fuerza). El medidor muestra los valores en kilogramos. Dado que la superficie del disco es de 1 cm², las lecturas se expresan en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²). La escala del algómetro es de 0 a 10 kg, con divisiones de 0,1 kg¹⁷. Se ha constatado una fiabilidad intra-examinador de este procedimiento con un ICC de 0.6 a 0.97, mientras que la fiabilidad inter-examinador varía de 0.4 a 0.98^{19,20}.

Antes de comenzar, mostramos al niño el aparato explicando cómo funciona y las sensaciones que va a experimentar con el fin de infundirle confianza.

Colocando al paciente en decúbito prono y ejerciendo una flexión dorsal máxima de la articulación tibio-peronea-astragálina localizamos el punto de máximo dolor, y situando el algómetro ejercemos una presión tangencial hasta que el niño experimente un dolor agudo pero soportable. La prueba se realizará en las mismas condiciones en las tres sesiones de valoración en las que el niño acude a consulta.

3. Test FPI 6.

El Índice de la postura del pie (Foot Posture Index FPI) se utiliza habitualmente en un entorno clínico ya que es una herramienta sencilla y adecuada para evaluar la postura del pie en bipedestación estática. Sin embargo, aunque Cornwall y cols²⁰ indican que se emplea en numerosas investigaciones, también hacen referencia a que debe usarse con precaución ya que su interpretación puede variar en función del evaluador.

El test valora 6 ítems que se evalúan entre -2 y +2 (un total de 5 valores) y con una puntuación final entre -12 y +12, valorando el -12 como el tipo de pie más supinado y el +12 como el más pronado.

**Escala:*

- Muy pronado +10 a +12
- Pronado +6 a +9
- Normal +0 a +5
- Supinado -1 a -4
- Muy supinado -5 a -12

**Items a valorar:*

- Palpación de la cabeza del astrágalo (si la cabeza se palpa por la zona interna marcaremos resultados positivos)
- Pliegues por arriba o por abajo del maleólo externo (si existen marcaremos valores positivos).
- Inversión/eversión del calcáneo (si el calcáneo está evertido marcaremos valores positivos).
- Abultamiento de la articulación astragaloescapaloidea (si está abultada apuntaremos valores positivos).
- Congruencia del arco longitudinal interno (si el arco está descendido se otorgarán valores positivos).
- Abducción/adducción del antepié respecto al retropié (si está abducido marcaremos valores positivos).

4. Análisis del apoyo en estático y dinámico mediante la plataforma de presiones FootWork

Se toman dos imágenes en estática del paciente y tres imágenes en dinámica.

Para la **prueba estática** (Figura 6, ANEXO I) los niños se colocan en el centro de la plataforma, en bipedestación y en la posición de referencia recomendada en los estudios de posturología²¹, con los talones separados 10cm y los pies en ángulo de unos 30°. Se les solicita mantener esta posición de manera relajada pero firme y estable durante los 10 segundos que dura la grabación.

Para la **prueba dinámica** (Figura 7, ANEXO I) se les solicita que caminen a una velocidad que les resulte cómoda y de la manera más natural posible por un pasillo de marcha de 5 metros de largo²¹. Primero se realiza un periodo de entrenamiento para que puedan acostumbrarse, uno de sus pies deben coincidir sobre la plataforma de presiones para que quede registrado, correspondiendo como mínimo al tercer paso. Después se comienzan las grabaciones del movimiento hasta conseguir al menos 3 registros buenos.

5. Elección del tratamiento.

Se emplean dos tipos de tratamiento:

a) **Grupo Control:** elevación del talón para evitar la tracción del tendón de Aquiles mediante una talonera realizada en materiales de diferentes densidades.

El grosor total asciende a 7 mm: 4 mm de un material técnico de media densidad que permite una excelente amortiguación y duración, 2 mm de una material amortiguador (porón) que absorbe las fuerzas de reacción del suelo y 1mm de forro sintético que irá en contacto con la piel del paciente (Figura 8, ANEXO I).

b) **Grupo experimental:** en este grupo radica la principal diferencia del proyecto. Se utilizan los mismos materiales antes descritos para la elevación del

talón, pero en este caso se compensan las desviaciones del retropié en el plano frontal.

Para ello se realiza un molde en tres dimensiones mediante el sistema *3D Scann Podoactiva* (Figura 9, ANEXO I), colocando al paciente en bipedestación y realizando las maniobras correspondientes para colocar el pie en posición neutra en carga controlada.

A través de este escáner lo que se obtiene es una estructura base (Figura 10, ANEXO I) que proporciona la corrección necesaria dependiendo del tipo de pie de cada niño. Está compuesta de un polipropileno con un aditivo de carbono, diseñado especialmente por Podoactiva (*Podoactiva Elite Sport*). La estructura es exclusiva para cada paciente y se diseña según el peso, lo que confiere a la pieza una flexibilidad extra para que el niño se adapte a cualquier superficie.

Obtenida la estructura se le añaden los 4mm del material técnico para la elevación del talón, los 2mm de material amortiguación entre el material de base y el forro de 1mm (Figura 11, ANEXO I).

6. *Indicaciones al paciente para el uso de ambos tratamientos:*

- Ambos tratamientos se deben llevar de forma ininterrumpida desde el día de la entrega.
- No dejar la actividad deportiva durante el desarrollo del estudio, si es posible.
- No aplicar terapia antiinflamatoria.
- No realizar estiramientos de la musculatura posterior.

7. *Sesiones posteriores de valoración:*

- La primera revisión tiene lugar al mes de entregar el tratamiento ortopodológico, donde se vuelve a repetir la algometría y la Escala de Wong-Baker.
- La segunda revisión se realiza a los 3 meses de entregar el tratamiento ortésico, repitiendo la algometría, la Escala de Wong-Baker y la radiografía lateral-interna en carga.

3.6 VARIABLES DEL ESTUDIO

a) Variable dependiente:

1. *Grado de dolor*, medido mediante algometría de presión.
*Valores que puede adquirir: 1-100
*Unidades de medida: kg/cm²
2. *Grado de dolor*, medido mediante Escala de Wong-Baker.
*Valores que puede adquirir: 0-5
3. *Signo radiológico*, mediante una radiografía lateral-interna en carga.
*Valores que puede adquirir: normal / patológica

b) Variables independientes:

1. *Tipo de soporte*
*Valores que puede adquirir: Soporte Podoactiva / Soporte Estandar
2. *Sexo*, sexo de cada participante.
*Valores que puede adquirir: hombre / mujer
3. *Edad*, asignando a cada sujeto la edad que presentaba en la toma de datos.

- *Valores que puede adquirir: 7-12
- *Unidades de medida: Años
- 4. *Peso*, peso del sujeto en una báscula en posición bípeda.
 - *Valores que puede adquirir: 1-150
 - *Unidades de medida: Kilogramos
- 5. *Altura*, talla de cada uno de los participantes en posición bípeda.
 - *Valores que puede adquirir: 100-230
 - *Unidades de medida: Metros
- 6. *IMC*, índice de masa corporal.
 - *Valores que puede adquirir: 1-50
 - *Unidades de medida: kg/cm^2
- 7. Deporte, a partir de la Escala METS.
 - *Valores que puede adquirir: 1-5
- 8. Actividad física, número de horas de práctica deportiva.
 - *Valores que puede adquirir: 1-25
 - *Unidades de medida: Horas
- 9. Interrupción de la actividad deportiva
 - *Valores que puede adquirir: si / no
- 10. Dolor en reposo
 - *Valores que puede adquirir: si / no
- 11. Dolor al caminar
 - *Valores que puede adquirir: si / no
- 12. Dolor al saltar
 - *Valores que puede adquirir: si / no
- 13. Aparición del dolor
 - *Valores que puede adquirir: menos de una semana / entre una semana y un mes / más de un mes.
- 14. Medicamentos, ingesta de medicamentos antes de que el sujeto acuda a consulta.
 - *Valores que puede adquirir: si / no
- 15. Test FPI 6
 - *Valores que puede adquirir: Muy pronado / Pronado / Normal / Supinado / Muy supinado.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el tratamiento y análisis de los datos, se utilizan los programas Excel 2007 y SPSS 15.0 para Windows.

En el análisis univariante, una vez segmentados los casos según el tipo de soporte utilizado (Grupo Experimental VS Grupo Control) se calculan índices de estadística descriptiva (media \pm desviación típica) de las variables edad, talla, peso, IMC y actividad física del paciente realizando el test no paramétrico U de Mann-Withney para comprobar el grado de significación entre las distintas variables. Asimismo, se obtienen las frecuencias (en porcentaje) de las variables sexo, escala METS, uso de medicamento, interrupción de la actividad física, dolor en reposo, dolor al caminar, dolor al correr y saltar, aparición del dolor, y del Test FPI 6, utilizando para este último la prueba Chi-Cuadrado para ver la posible homogeneidad de la variable.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

También se calculan las frecuencias (en porcentaje) por separado, de la algometría y de la escala de Wong-Baker de las tres valoraciones realizadas durante el desarrollo del estudio según el tipo de soporte utilizado.

Como el tamaño de la muestra es de 10 participantes, se utiliza el test no paramétrico U de Mann-Whitney en el análisis bivalente. Sin embargo, para dar al estudio una mayor potencia estadística, se realiza la prueba de Kolmogorov – Smirnov para comprobar si la distribución es normal, y en tal caso se lleva a cabo un test paramétrico T-Student.

En el análisis bivalente se aplican las siguientes pruebas estadísticas para comprobar si existe asociación entre las variables:

*Escala de Wong-Baker:

- 1ªVisita /1er mes →
 - 1er Mes/3er mes →
 - 1ªVisita /3er mes →
- Wilconxon**

*Algometría Izquierda y Derecha:

- 1ªVisita /1er mes →
 - 1er Mes/3er mes →
 - 1ªVisita /3er mes →
- Wilconxon**

*Escala Wong-Baker 1ªVisita/1er mes/3er mes VS tipo de soporte utilizado → **Chi-Cuadrado**

*Algometría 1ªVisita/1er mes/3er mes VS tipo de soporte utilizado → **U de Mann-Whitney**

Si la distribución es normal:

* Algometría 1ªvisita/1er mes/3er mes VS tipo de soporte utilizado → **T-Student**

Este análisis se realiza al conjunto total de la muestra y para todos los casos se emplea un intervalo de confianza del 95% y un grado de significación **p < 0,05**.

Al disponer de un período de tres meses (diciembre 2011 – febrero 2012) para que los pacientes lleguen a consulta con la patología a estudio y puedan entrar a formar parte del mismo, la muestra obtenida es de 10 participantes, 5 pertenecientes al grupo experimental y otros 5 al grupo control. Por tanto, se trata de un **ESTUDIO PILOTO**, que puede ser el punto de partida de una futura investigación en la que se disponga de mayor tiempo para poder reunir un número de pacientes suficiente para que el estudio adquiriera mayor fortaleza estadística.

3.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Al tratarse de un estudio realizado en niños, se elabora un consentimiento informado (*ANEXO II*) para obtener la autorización pertinente por parte de los padres/tutores legales del niño mediante firma del mismo, donde queda reflejado que el estudio no pone en riesgo la salud de los pacientes, puesto que solo pretende describir y analizar los efectos de un tratamiento frente a otro sobre la sintomatología y las alteraciones funcionales provocadas por esta afectación.

Se les informa de manera detallada del proyecto en el que van a intervenir, las pautas de tratamiento que van a recibir, y las revisiones periódicas a las que se va a someter al niño.

Se solicita también autorización para la realización del estudio al Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (*ANEXO IV*).

4. RESULTADOS

4.1 ANALISIS UNIVARIANTE

En el estudio participan 10 individuos con una media de edad de 10.80 ± 1.03 años; el índice de masa corporal (IMC) es de 20.29 ± 2.57 , con una media de 43 ± 10.06 kg de peso y 1.45 ± 0.09 m de altura. Realizan una media de actividad física de 7.3 ± 2.9 horas/semana (Tabla 1). El 70% son niños y el 30% niñas (Tabla 2).

La media de edad de los 5 participantes pertenecientes al grupo experimental es 10.80 ± 1.03 ; su IMC es de 19.24 ± 2.41 , con una media de 1.43 ± 0.09 m de altura y 40 ± 8.89 kg de peso, siendo el valor medio de horas/semana que realizan actividad física de 8.2 ± 3.96 (Tabla 3). En este grupo el 60% son niños y el 40% niñas (Tabla 4).

De los participantes pertenecientes al grupo control el 80% son niños y el 20% niñas (Tabla 4), con una media de edad del grupo de 10.80 ± 0.84 años, idéntica al grupo experimental. Para este grupo el IMC es de 21.34 ± 2.51 , con una media de la talla de 1.45 ± 0.1 y 46 ± 11.24 de peso, mientras que la media de horas dedicadas a la actividad física es de 6.4 ± 1.14 horas/semana (Tabla 3).

Obtenidos estos datos, se utiliza el test no paramétrico U de Mann-Whitney, logrando una $p > 0.05$ en todos los casos, demostrando de esta forma que no existen diferencias significativas entre los valores de las variables descriptivas. Por lo que podemos concluir la homogeneidad basal de los dos grupos respecto a todas estas variables potencialmente confusoras del efecto a medir.

Según la Escala METs, que clasifica los diferentes deportes según intensidad y esfuerzo físico, el 100% de los casos adquirieron un valor entre 3.99 y 4.99 (Gimnasia rítmica, fútbol, baloncesto, hockey, judo, rugby, balonmano).

De los niños pertenecientes al grupo experimental el 40% interrumpen su actividad física hasta el día que llegan a consulta, frente al 20% del grupo control.

El 100% de los casos manifiesta dolor en reposo, el 80% del grupo experimental revela dolor al caminar, con respecto al 60% del grupo control que muestra la misma sensación.

El 100% de los sujetos de ambos grupos presenta dolor al correr y saltar, y refleja que la evolución del dolor es de más de un mes (Tabla 4).

Solo el 20% de los niños incluidos en el grupo experimental toman algún tipo de medicamento para reducir el dolor.

El test Foot Posture Index (FPI 6), muestra que en los niños del grupo experimental, 4 tienen el pie pronado (80%), con un FPI entre +6 y +9 y 1 supinado (20%) con un valor del FPI entre -1 y -4. De los niños del grupo control, 3 lo tienen supinado (60%), con un FPI entre -1 y -4, 1 pronado (20%) con un valor FPI de +6 a +9 y 1 normal (20%) con un FPI de +0 a +5. Mediante la prueba Chi-cuadrado, usando como variable de agrupación el grupo de estudio al que pertenecen, los resultados muestran una $p > 0.05$, calculada mediante el estadístico exacto de Fisher, tanto en el pie izquierdo como en el pie derecho, lo que es indicativo de que los porcentajes de los valores del FPI-6 (es decir, del tipo de pie) son homogéneos en ambos grupos (Tabla 5).

En cuanto a los valores obtenidos en la Escala analógica del dolor Wong-Baker, al llegar a consulta el 80% de los pacientes que se incluyen en el grupo experimental presentan un valor 4 y el 20% un valor 5 que corresponde al máximo de la escala (dolor

insoportable), mientras que de los participantes en el grupo control el 20% indican el valor 3, el 60% el 4 y el restante 20% el valor 5 de máximo dolor (Tabla 6).

Tras la intervención, en la valoración realizada a los 3 meses, el 80% de los niños del grupo experimental se identifica con el valor 0 de la escala, es decir no presentan nada de dolor. En cambio, tan sólo el 20% de los niños del grupo control manifiestan no tener dolor (valor 0 de la escala), frente al 40% que todavía señala el valor 1 y 2 de la escala, respectivamente.

La medición del grado de dolor mediante algómetro se realiza también, al igual que la Escala de Wong-Baker, en las tres valoraciones del paciente. Los valores de la algometría son indicativos de la tolerancia al dolor, de manera que a mayor valor, mejor tolerancia.

La media de la algometría de la primera valoración de los niños que se incluyen en el grupo experimental es de $41.6 \pm 11.89 \text{ kg/cm}^2$ en el pie izquierdo y de $44 \pm 8.89 \text{ kg/cm}^2$ en el pie derecho. La misma medición realizada al tercer mes de la instauración del tratamiento da una media de $76.2 \pm 1.64 \text{ kg/cm}^2$ en el pie izquierdo y de $75.6 \pm 5.27 \text{ kg/cm}^2$ en el derecho.

Los niños del grupo control, en la primera valoración obtienen una media de $36.2 \pm 11.1 \text{ kg/cm}^2$ en el izquierdo y de $35.8 \pm 10.16 \text{ kg/cm}^2$ en el pie derecho, y a los tres meses la media es de $50.2 \pm 13.99 \text{ kg/cm}^2$ en el pie izquierdo y de $51.8 \pm 13.63 \text{ kg/cm}^2$ en el derecho (Tabla 7).

En el Gráfico 1 se puede observar las medidas marginales estimadas de las algometrías del pie derecho y del pie izquierdo según los instantes de observación en la primera sesión de valoración, en el primer mes y en el tercer mes; la evolución en los valores muestra un ascenso más marcado en el grupo experimental.

4.2 ANALISIS BIVARIANTE

El análisis comparativo entre ambos grupos de estudio, que se han definido en base al tipo de soporte plantar utilizado, muestra los siguientes resultados.

1) Análisis comparativo entre cada instante de valoración para cada uno de los grupos de estudio.

1.1 ESCALA DE WONG-BAKER ENTRE LOS TRES INSTANTES DE VALORACION

Se lleva a cabo el análisis estadístico de esta variable mediante la prueba de Wilcoxon entre la 1ª Visita /1er mes; 1er Mes/3er mes; 1ª Visita /3er mes, con respecto al tipo de soporte utilizado, obteniendo en todos los casos una $p < 0.05$, por lo que existen diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en las diferentes sesiones de valoración de la percepción del dolor. Estas diferencias son más importantes ($p = 0.039$ en el grupo experimental y $p = 0.041$ en el grupo control) entre la 1ª Visita y el 3er mes (Tabla 8).

1.2 ALGOMETRIA IZQ Y DCH ENTRE LOS TRES INSTANTES DE VALORACION

Se emplea también el test no paramétrico de Wilcoxon de las algometrías del pie izquierdo y del pie derecho entre la 1ªVisita /1er mes; 1er Mes/3er mes; 1ªVisita /3er mes, con respecto al tipo de soporte utilizado, resultando una $p < 0.05$ (Tabla 9).

2) Análisis comparativo entre ambos grupos de estudio.

2.1 ESCALA DE WONG-BAKER VS TIPO DE SOPORTE UTILIZADO

Para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos a partir de esta escala en cada uno de los instantes de valoración, se emplea la prueba Chi-cuadrado utilizando como variable de agrupación el grupo de estudio al que pertenecen. Los resultados demuestran la no asociación significativa entre ambos grupos en relación a la percepción del dolor, con una $p > 0.05$ (Tabla 10).

2.2 ALGOMETRIA IZQ Y DCH VS TIPO DE SOPORTE UTILIZADO

Se utiliza el test no paramétrico U de Mann-Whitney y como variable de agrupación el grupo de pertenencia, en función del tipo de soporte. Se realiza sobre los tres instantes de valoración del sujeto. En la primera visita se obtiene una $p > 0.05$. En cambio en la primera revisión realizada al mes de instaurar el tratamiento, la algometría del pie izquierdo arrojaba una $p > 0.05$, mientras que la del derecho muestra una $p < 0.05$. Ambas algometrías correspondientes al 3er mes de la colocación del tratamiento, reflejan diferencias significativas con una $p < 0.05$ ($p = 0.008$) (Tabla 11).

Al tener una muestra de 10 individuos utilizamos el test no paramétrico U de Mann-Whitney, pero con el fin de proporcionar al estudio una mayor potencia estadística, realizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov comprobando que podemos asumir la normalidad de la muestra (Tabla 12).

De esta forma, empleamos la prueba T-Student para muestras independientes realizando una comparación entre ambos grupos de estudio en los tres instantes de valoración. Los resultados obtenidos en el primer mes tras la intervención terapéutica muestran diferencias significativas únicamente en la algometría del pie derecho. Sin embargo en la revisión del 3er mes, ambas algometrías muestran una $p < 0.05$, demostrando por tanto la asociación significativa que existe entre las variables a estudio (Tabla 13).

2.3 COMPARACIÓN DEL P-VALOR ENTRE LA PRUEBA U DE MANN-WHITNEY Y LA PRUEBA T-STUDENT

Se observa que las diferencias de los valores de las variables analizadas son significativas utilizando pruebas paramétricas y no paramétricas (Tabla 14).

5. DISCUSIÓN

La Apofisitis Calcánea descrita por Sever en 1912, es una alteración del centro secundario de osificación del calcáneo derivado de la tensión muscular del sistema aquileo-calcáneo-plantar que afecta a niños y niñas en crecimiento. La mayor parte de la literatura hace referencia a grupos de edad entre los 7 y los 12 años, aunque algunos artículos como el de Perhamre y cols²², amplían este rango de edad hasta los 15 años. Es más frecuente en el sexo masculino y se produce de manera bilateral en más de la mitad de los casos⁶.

El niño manifiesta dolor localizado en las regiones posterior y lateral del talón, en la inserción del tendón de Aquiles o en el origen de la aponeurosis plantar que debuta en los primeros estadios una vez finaliza la práctica deportiva.

El diagnóstico se debe realizar mediante una exploración física en descarga del paciente, fundamental para obtener un diagnóstico correcto de esta alteración, en la cual aparece dolor a la compresión a ambos lados del talón y limitación de la flexión dorsal de la articulación tibio-peronea-astragalina, como consecuencia de la retracción de la musculatura posterior. Se suele realizar una radiografía lateral-interna en carga para confirmar el diagnóstico aunque conviene recordar que los cambios radiográficos no son diagnósticos ni pronósticos de enfermedad, sino signos de una prueba complementaria que excluyen o clarifican el diagnóstico diferencial.

Actualmente existen numerosos artículos que versan sobre la apofisitis calcánea, su clínica, diagnóstico y posibles tratamientos conservadores como, el uso de antiinflamatorios en fases iniciales, hielo local tras el ejercicio, estiramiento y fortalecimiento de la musculatura posterior, elevación del talón mediante taloneras, y en cuadros muy agudos la reducción o el paro de la actividad deportiva^{2,7,13,22}, sin existir un consenso sobre cuál de todos los tratamientos es el más eficaz para resolver esta afectación en el menor tiempo posible. Sin embargo, tan sólo dos estudios^{13,22} plantean un análisis de la efectividad de dos opciones de tratamiento ortopodológico.

Todas estas consideraciones han fundamentado el interés en la realización del presente estudio.

Previo a la interpretación y análisis de los resultados obtenidos es necesario realizar algunas observaciones sobre el tamaño de la población a estudio, ya que, inicialmente, puede resultar escasa. Por una parte, existe diferencia entre la significación clínica y la significación estadística en un planteamiento donde se pretende evaluar la influencia de una intervención sobre dos grupos de sujetos que presentan una determinada patología o afectación; a priori, cualquiera de las diferencias que pueden aparecer entre los dos diferentes grupos o tras la aplicación de dicha intervención resultará clínicamente relevante. Por otra parte, tras la revisión de la literatura científica, algunos artículos de intervención hacen referencia a muestras muy pequeñas, generalmente por debajo de 10-15 sujetos, como el de Hunt y cols²³ y Wooten y cols²⁴ cuyas muestras totales son de 11 niños y de 8 (6 adultos y 2 niños) respectivamente. El tamaño final de la población del presente estudio estuvo condicionado por el limitado tiempo de captación de los pacientes en la consulta de podología ya que, aunque es una patología que aparece frecuentemente en la infancia, no se puede prever el número de casos que pueden llegar a la consulta en un espacio de tiempo determinado. A pesar de esta limitación, la tendencia mostrada por los resultados obtenidos permite presentar este proyecto como un estudio piloto inicial.

Para establecer la inclusión de los sujetos en el estudio se realizó una radiografía lateral-interna en carga con el fin de confirmar el diagnóstico de apofisitis calcánea. Esta radiografía se volvió a repetir en la tercera valoración que tuvo lugar al tercer mes de la instauración del tratamiento. Se pretendía comprobar si durante los tres meses que duraba el estudio, se podía llegar a mejorar el centro secundario de osificación del calcáneo gracias al empleo del soporte plantar, al reducir la tensión muscular. Tras obtener las radiografías de los 10 niños se comprobó que no existía dicho cambio, dando por supuesto que era poco tiempo para encontrar alguna diferencia significativa, y que quizás en un futuro estudio en el que se disponga de más tiempo pueda verse un cambio radiológico más notorio.

Como se ha explicado al exponer la metodología, los niños y niñas fueron distribuidos de manera aleatoria, asignándose alternativamente en 2 grupos, comenzando por el grupo experimental tras la realización de un sorteo.

Se instauraron dos tipos de tratamiento ortopodológico, uno para el grupo experimental y otro distinto para el grupo control. En los dos tipos de soporte se utilizó el mismo material técnico de 4mm de grosor para conseguir la misma elevación del talón del niño y de esta forma disminuir la tracción del tendón de Aquiles, y los 2mm de amortiguación para disipar las fuerzas de reacción del suelo en el contacto del talón.

La diferencia entre ambos grupos radica en el tratamiento diseñado para el grupo experimental, en el que se pretende corregir y/o compensar las desviaciones del retropié en el plano frontal para disminuir de esta forma la tensión del sistema aquileo-calcáneo-plantar mediante un soporte plantar personalizado para cada niño.

En la bibliografía consultada se han encontrado dos artículos que guardan semejanzas con el presente estudio. Uno de ellos es el de James y cols¹³, en el que emplearon dos tipos de soporte plantar: una talonera estándar de 6mm de EVA de alta densidad y un soporte prefabricado “Prototic” de poliuretano, adecuando también un periodo de seguimiento de tres meses; sin embargo, no dispusieron de un grupo control. Todos los participantes recibieron una aplicación de hielo estándar y un programa de estiramiento y se les aconsejó reducir el grado de actividad física durante el tiempo de intervención.

El otro artículo fue publicado por Perhamre y cols²² en 2011. Su objetivo fue comprobar la eficacia de dos tratamientos para la apofisitis calcánea. El primer tratamiento que plantearon fue la “Cuña de talón” una cuña de corcho de 5mm de grosor, y el segundo tratamiento la “Copa de talón”, un plástico rígido que recorre el pie dando soporte al arco longitudinal interno, sin proporcionar ninguna elevación al talón.

En el planteamiento de la intervención terapéutica hay una diferencia clara, y es que en el presente estudio se proporcionó a todos los participantes la misma elevación del talón con idénticos materiales en ambos grupos para favorecer la relajación del tendón de Aquiles, y únicamente en el grupo experimental se dotó a esa elevación de un soporte plantar que compensó la desviación del retropié de cada paciente, permitiendo además reducir la tensión del sistema aquileo-calcáneo-plantar.

Se estableció como criterio de inclusión una edad entre los 7 y los 12 años, conformándose una muestra total de 10 individuos con una media de edad de 10.80 ± 1.03 años, muy similar al de los estudios de Sitati y Kingori²⁵ y McKenzie y cols²⁶ reflejando ambos una edad media de presentación de 11 años. El 70% fueron niños y el 30% niñas, a diferencia del estudio de Perhamre y cols³³ constituido por un 100% de niños.

Una de las características que frecuentemente aparece asociada a la enfermedad de Sever es la práctica de actividad física intensa. En la muestra estudiada todos los niños realizaban algún tipo de actividad física, en especial el fútbol^{12,27,28}, con una

media de 7.3 ± 2.9 horas/semana, coincidiendo con lo indicado por Madden y Mellion²⁷. Estos autores hacen referencia a que la enfermedad de Sever suele ocurrir asociada a deportes de salto y carrera.

Tan sólo el 30% de los niños que participaron en el estudio habían interrumpido totalmente su actividad física en el momento en que llegaron a consulta. El restante 70% sólo habían reducido el número de horas semanales empleadas en el deporte.

Al plantear el estudio se intentó que ningún niño tuviese que cesar temporalmente su práctica deportiva debido al dolor, al igual que en el protocolo propuesto por Perhamre y cols²², por lo que en la primera consulta se indicó a los padres que una vez instaurado el tratamiento era aconsejable que, si el dolor no era intenso, les permitiesen continuar con la práctica del deporte. Sin embargo, en otros artículos, como el de James y cols¹³, dentro de su plan de tratamiento el consejo común era el cese temporal del ejercicio.

En la última revisión del paciente, se comprobó que ningún niño había dejado la actividad física a lo largo de los tres meses.

Para valorar el tipo de deporte practicado, una de las escalas más utilizadas es la clasificación del deporte según los METs, por lo que fue la elegida para este estudio. El 100% de los casos adquirieron un valor entre 3.99 y 4.99 (máximo valor). El fútbol y el baloncesto encabezan la lista de los deportes que realizaban los 10 niños, coincidiendo con los artículos de Micheli e Ireland¹² y Cassas y Cassettari²⁸.

Asimismo, el índice de masa corporal (IMC) se ha considerado una variable importante en el estudio. La media obtenida de los 10 niños estudiados fue de 20.29 ± 2.57 , con valores medios de 1.45 ± 0.09 m de altura y 43 ± 10.06 kg de peso.

Tal y como refieren Villagrán Pérez y cols²⁹, entre el sobrepeso y obesidad y el grado de actividad física y sedentarismo, en general, encontramos un nivel de actividad física inferior a la pauta recomendada y por tanto, en relación al IMC de la población infantil, no sólo es valorable la escasa actividad física, sino que parece incidir de forma más significativa al grado de sedentarismo. De esta forma, cabe esperar que aquellos niños que presenten un IMC de sobrepeso tuvieran menos probabilidad de presentar una apofisititis calcánea, dado que la práctica deportiva sería, a priori, menos intensa. Sin embargo, en la bibliografía consultada se encuentran diferentes contrapuntos a lo comentado anteriormente. Scharfbillig y cols³⁰ sugieren en su estudio que no hay evidencia para apoyar que los niveles de peso y la actividad física son factores de riesgo para la enfermedad de Sever, y Hefti³¹ indica que la enfermedad de Sever es más común en adolescentes con actividad deportiva extenuante o con obesidad, es decir, incluye ambos factores en relación con esta afectación. En todo caso, dado que los niños del presente estudio presentaban un IMC correspondiente a un peso normal, no fue posible establecer ninguna relación a este respecto.

Sólo el 20% de los niños habían empleado terapia antiinflamatoria hasta su llegada a consulta para reducir el dolor. El propósito del estudio fue no emplear ningún fármaco durante todo el proceso, a pesar de que varios artículos reflejan la terapia antiinflamatoria como parte fundamental del tratamiento^{7,12,13,22}.

Como se ha indicado, para la exploración del paciente se llevó a cabo un estudio baropodométrico del apoyo estático y dinámico mediante el sistema de presiones Foot-Work que se realizó a cada participante en la primera consulta y en la revisión correspondiente al tercer mes. La baropodometría permite conocer la distribución de las cargas o presiones en diferentes zonas de la planta del pie y evaluar las influencias directas de las fuerzas aplicadas en los tres periodos de la fase de apoyo, así como su intensidad y duración. Conociendo los criterios de normalidad, se pueden comparar las

distribuciones de carga en presencia de patología y evaluar las implicaciones de la distribución patológica de cargas sobre estructuras esenciales del pie.

Horak³⁴ incide en la importancia del pie, indicando que la interacción biomecánica más importante para el control postural es la base de apoyo del pie. Pero los procesos neuromusculares que controlan la postura y, por lo tanto, son responsables de la adaptación del pie y de la distribución de las cargas durante el apoyo, tanto en el mantenimiento de la postura estática, como durante la marcha, son muy complejos³⁵. Estos argumentos pueden hacer pensar que el hecho de que no se hayan encontrado cambios evidentes en la distribución de las presiones plantares a lo largo del periodo de seguimiento del estudio puede considerarse dentro de la normalidad.

Sin embargo, sí que se ha encontrado una modificación en la localización del centro de gravedad corporal (c.d.g.), que ha sido más importante en el grupo experimental. En la imagen baropodográfica que un pie normal ofrece, en reposo total, habría una distribución de la carga que sería máxima a nivel del retropié (del 70% al 90%), muy pequeña en el mediopié y ligeramente más intensa a nivel del antepié (30%-10%), situándose el c.d.g. corporal a nivel del retropié²¹. En ambos grupos de estudio, el c.d.g. inicialmente estaba localizado en una situación muy anteriorizada, debido a que la carga se desplazaba hacia delante para evitar el dolor en el retropié. A los 3 meses de evolución se ha observado en la imagen un desplazamiento posterior de este c.d.g, más evidente en el grupo experimental, lo que es indicativo de una normalización de la distribución de las cargas en el apoyo plantar al disminuir el dolor en el talón y permitir un mejor apoyo del mismo.

A pesar de que no se han encontrado artículos que analicen este efecto en caso de apofisitis calcánea, otros estudios realizados mediante el uso de plataformas estabilométricas y baropodométricas, como el realizado por López-Rodríguez y cols³⁶ sobre sujetos con esguince de tobillo en grado II a los que se les aplicaron manipulaciones sobre la articulación tibiotarsiana, han mostrado como resultado una redistribución de la carga soportada a nivel del pie en el sentido de una normalización en el apoyo plantar.

Con el paciente en bipedestación estática se evaluó la postura del pie mediante el Índice de la postura del pie (Foot Posture Index FPI6) únicamente en la exploración realizada el día de la primera consulta. En el grupo experimental el 80% de los niños tenían el pie pronado y el 20% restante supinado, mientras que en el grupo control el 60% lo tenían supinado, el 20% normal y pronado respectivamente. Para comprobar la asociación entre variables se utilizó la prueba Chi-Cuadrado y para obtener el p-valor el estadístico exacto de Fisher. Se obtuvo una $p > 0.05$ tanto en el pie izquierdo como en el pie derecho, por lo que podemos concluir la homogeneidad basal de los grupos en relación al tipo de pie.

Como ya se ha comentado, el principal problema de esta afectación y motivo de consulta es el dolor.

En la primera valoración que se les realizó a los niños, el 70% de los casos presentaba dolor al caminar, y el 100% al correr y saltar. En reposo ningún paciente presentaba dolor.

A pesar de su aparente simplicidad, el dolor es un fenómeno complejo que resulta difícil de evaluar. Hay que dejar constancia que resulta particularmente complicado hacer una valoración real del dolor en niños, dado que la mayoría de escalas tienen un componente subjetivo importante y necesitan de un nivel alto de comprensión para responder de manera adecuada a los ítems.

El autoinforme infantil es generalmente la medida más fiable y válida del dolor, siempre que el instrumento utilizado sea apropiado y se adapte a la edad y características socioculturales del niño.

Existen diversos tipos de autoinforme, como los métodos proyectivos utilizados para evaluar características cuantitativas de dolor, así como la vivencia del proceso y su repercusión en la vida habitual del niño; las entrevistas estructuradas, que permiten evaluar de forma completa la experiencia dolorosa, sin centrarse únicamente en los aspectos cuantitativos; las escalas, inventarios y cuestionarios, entre las que destacan las escalas de intervalo y, dentro de ellas, las escalas analógicas visuales, que son instrumentos válidos y fiables para la evaluación del dolor y la ansiedad en niños mayores de cuatro años³².

El termómetro del miedo y la escala de Wong-Baker (empleada en el estudio) son dos ejemplos de escalas faciales (de cinco rostros) utilizadas en los estudios de práctica clínica, ya que han demostrado ser útiles para niños en edad escolar¹⁴.

En cuanto a la valoración subjetiva del dolor con la Escala de Wong-Baker se reflejaron resultados clínicos muy satisfactorios. A su llegada a consulta el 80% de los niños del grupo experimental se identificaban con el valor 4 de la escala y el 20% restante con el valor 5 (máximo dolor); en el grupo control el 20% señalaron la cara correspondiente al valor 3, el 60% al valor 4 y el último 20% al valor 5.

En la valoración del primer mes se apreció como los niños pertenecientes al grupo experimental pasaron a identificarse con el valor 0 (20%), valor 1 (60%) y valor 2 (20%), mientras que en el grupo control todavía había niños que seguían señalando la cara perteneciente al valor 3 (40%), al valor 2 (40%) y al valor 1 (20%).

Al tercer mes, se observó que el 80% de los niños del grupo experimental se identificaban con el valor 0, es decir, no presentaban dolor, con respecto a únicamente el 20% de los niños del grupo control que refirieron el mismo valor de la escala.

Todos los niños del grupo experimental en la revisión del tercer mes manifestaron no tener dolor al acabar la práctica deportiva, tan sólo el 20% reveló alguna molestia esporádica, de ahí que se identificasen con el valor 1 (tiene algo de dolor).

El 80% de los niños del grupo control sin embargo declararon tener todavía dolor al terminar la actividad física, aunque reconocían también que el dolor había disminuido respecto al día en que llegaron a consulta.

Para comprobar si además de asociación clínica había asociación significativa entre las variables, se utilizó la prueba Chi-Cuadrado para la Escala de Wong-Baker con respecto al tipo de tratamiento utilizado. Se obtuvo una $p > 0.05$ en todos los casos, no existiendo, por tanto, diferencia significativa entre las variables a estudio, a pesar de haber obtenido una diferencia clínica importante.

Se aplicó también la prueba de Wilcoxon para comprobar si existía significación estadística entre las distintas valoraciones del paciente para cada uno de los grupos, entre la 1ª consulta y el 1er mes, entre el 1er mes y el 3er mes y entre la 1ª consulta y el 3er mes, obteniéndose una mejoría significativa del grado de dolor ($p < 0.05$) en todos los casos. Cabe comentar que, la mejoría del dolor experimentada entre la 1ª consulta y el 3er mes obtuvo una significación estadística ligeramente superior en el grupo experimental ($p = 0.039$) que en el grupo control ($p = 0.041$). Estos resultados demuestran que existió una evolución del dolor con una tendencia a la mejoría en cada uno de los grupos a estudio. El dolor fue disminuyendo a lo largo del tiempo de estudio de forma significativa, tanto para el grupo experimental como para el grupo control.

Pero como también se ha comentado, se hace necesario completar la valoración del dolor con una medición objetiva. Para ello se empleó un algómetro de presión en cada una de las valoraciones realizadas a los participantes en el estudio, ya que es un instrumento utilizado en gran parte de estudios en el que la variable a medir es el dolor localizado^{37,38}.

Al igual que en la medición del dolor mediante la Escala de Wong-Baker, la algometría mostró resultados clínicos satisfactorios. Los niños del grupo control en la primera valoración mostraban una tolerancia a la presión con un valor medio de 36.2 ± 11.1 kg/cm² en el pie izquierdo y de 35.8 ± 10.16 kg/cm² en el pie derecho, y los del grupo experimental de 41.6 ± 11.89 kg/cm² en el pie izquierdo y de 44 ± 8.89 kg/cm² en el pie derecho, presiones que fueron similares en ambos grupos.

En el primer mes de valoración, los del grupo control toleraban una presión media de 46.2 ± 13.27 kg/cm² en el pie izquierdo y de 43.6 ± 11.19 kg/cm² en el derecho, y los del grupo experimental de 56.4 ± 8.8 kg/cm² en el pie izquierdo y de 59.4 ± 5.37 kg/cm² en el derecho, superiores en todos los casos a los resultados obtenidos en la consulta inicial. El mayor nivel de tolerancia es indicativo de una disminución de la sensación dolorosa^{37,38}.

En la última revisión, al tercer mes, se observó una importante diferencia entre los resultados de la algometría en el grupo experimental en relación con el grupo control. Los niños del grupo experimental eran capaces de tolerar una presión media de 76.2 ± 1.64 kg/cm² en el pie izquierdo y de 75.6 ± 5.27 kg/cm² en el derecho; en cambio los del grupo control tan sólo toleraban una presión de 50.2 ± 13.99 kg/cm² en el pie izquierdo y de 51.8 ± 13.63 kg/cm² en el derecho.

Para comprobar el grado de asociación de los valores obtenidos en las algometrías del pie izquierdo y del pie derecho entre los distintos espacios temporales se utilizó, al igual que en la escala visual, la prueba de Wilcoxon. Se obtuvo igualmente una mejoría significativa del grado de dolor ($p < 0.05$) en los todos los casos: entre la 1ª consulta y el 1er mes, entre el 1er mes y el 3er mes y entre la 1ª consulta y el 3er mes, lo que reflejó, de forma similar a los datos obtenidos en la medición del dolor mediante la Escala de Wong-Baker, que el dolor fue variando a lo largo del tiempo para ambos grupos.

Cabe recordar que el objetivo principal del estudio era analizar la efectividad del soporte plantar Podoactiva en la apofisitis calcánea en niños entre 7 y 12 años, comparándola con el uso de taloneras estándar. Para analizar las diferencias obtenidas entre ambos tipos de intervención se utilizó la prueba U de Mann-Whitney y como variable de agrupación el tipo de soporte (grupo experimental-grupo control). Inicialmente, en los resultados obtenidos de la algometría en la 1ª consulta no existían diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, ya en la valoración al primer mes se observan que los valores medios obtenidos en el grupo experimental eran significativamente mayores en el pie derecho, mientras que los resultados al tercer mes mostraban diferencias significativas en ambos pies, lo que permite constatar una mejoría del dolor significativamente mayor en los niños del grupo experimental.

Intentando conferir al estudio una mayor potencia estadística, y a pesar de disponer únicamente de 10 niños, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov al objeto de determinar la normalidad de las variables estudiadas, mostrando que era posible asumir la normalidad de la muestra con 5 casos en cada grupo. En consecuencia, se empleó la prueba de la T-Student para realizar el análisis comparativo de los datos obtenidos en cada uno de los grupos en las tres valoraciones. Los resultados de esta prueba paramétrica fueron coincidentes con los obtenidos en la prueba no paramétrica,

lo que corrobora las afirmaciones realizadas en cuanto a la evolución del dolor en cada grupo de intervención.

En conclusión, aunque ambos tratamientos consiguen disminuir el grado de dolor del niño, podemos decir que existen diferencias significativas que demuestran que el soporte plantar Podoactiva que se aplicó al grupo experimental es más eficaz para el tratamiento de la apofisitis calcánea.

No se pueden obviar las limitaciones encontradas en la realización de este estudio. Una de ellas es el *tiempo en la selección de los participantes* ya que sólo se dispuso de 3 meses (diciembre 2011-febrero 2012) para que los niños con apofisitis calcánea llegasen a consulta y entrasen a formar parte del estudio. A pesar de establecer un grupo experimental y un grupo control, era necesario que todos los niños incluidos en el estudio presentasen esta afectación. Otra limitación, consecuente de la anterior, fue la *población a estudio*, 10 niños formaron parte del estudio, 5 en el grupo experimental y 5 en el grupo control.

Por todo ello, el presente estudio debe considerarse como un punto de inicio en el adecuado abordaje de la exploración, el diagnóstico y el tratamiento de la apofisitis calcánea. A partir de los resultados presentados, podrá plantearse la revisión de los protocolos de exploración y de tratamiento diseñados para, posteriormente, una vez identificados los posibles errores, introducir las modificaciones que se consideren oportunas con el objetivo de aumentar la efectividad en la corrección de esta afectación y de las alteraciones que se le asocian.

Según Bienfait³⁹ no hay buena estática sin buenos apoyos del pie, tanto si las alteraciones del apoyo son las causantes de la mala estática o su consecuencia. Al modificarse el apoyo del pie en el suelo se va a ver afectada la estabilidad postural y, por tanto, el mantenimiento de la postura en bipedestación estática. Pero además, se podrá alterar la función dinámica de los miembros inferiores, principalmente durante la marcha. La alteración de la función estática y dinámica a nivel de las extremidades inferiores tiene especial interés cuando aparece ya durante la edad infantil, periodo en el que se está produciendo la maduración de estos procesos, por lo que será fundamental el diagnóstico precoz de esta afectación.

La mejora de esta alteración en la edad infantil es de gran interés no sólo en la ayuda en la resolución del problema, sino también en la prevención de futuras compensaciones que puedan llegar a agravar, además de las manifestaciones clínicas y de las alteraciones funcionales asociadas, problemas tan importantes en la infancia como el sedentarismo y la obesidad.

“Si no tienes un pie sobre la tierra jamás podrás mantenerte sobre ella”.

Odysseus Elytis

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en el presente estudio son las siguientes:

1. En los niños con apofisitis calcánea del estudio, tanto la aplicación de una talonera estándar de elevación del calcáneo como de un soporte plantar personalizado *Podoactiva* con corrección de las desviaciones del pie en el plano frontal, consiguen una mejoría del dolor localizado a nivel del retropié al mes y a los tres meses de seguimiento del tratamiento.
2. Todos los niños que utilizaron el soporte plantar *Podoactiva* en la revisión del tercer mes manifestaron no tener dolor al acabar la práctica deportiva y tan sólo un 20% reveló alguna molestia esporádica, mientras que el 80% de los niños que usaron la talonera estándar declararon tener todavía dolor al terminar la actividad física.
3. El soporte plantar personalizado *Podoactiva* con corrección de las desviaciones del pie en el plano frontal se muestra más eficaz en el abordaje terapéutico de esta afectación, ya que la disminución del dolor es mayor en los niños de este grupo.
4. Todos los niños del estudio realizaban algún tipo de actividad física, en especial el fútbol, con una media de 7.3 ± 2.9 horas/semana. En la última revisión se comprobó que ningún niño había dejado la actividad física a lo largo de los tres meses.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Llanos Alcázar LF, Martín López C. Biomecánica del calcáneo. Rev Ortop Traumatol. 2005;49(Supl. 1):61-8
- 2) Commandre FA, Denis F, MalbertiR, Gonzalez Iturri JJ. Tendón de Aquiles y deporte. Archivos de medicina del deporte. 2004; 100 (21): 143-156.
- 3) Franch Manrique M, Infante García M, Albiol JM. Cronología de osificación del pie. Radiogoniometría. El Peu. 2004; 24 (3): 148-158.
- 4) Nuñez M, Llanos L. Biomecánica, Medicina y Cirugía del pie. Ed. Masson, 1997.
- 5) Volpon JB, de Carvalho Filho G. Calcaneal apophysitis: a quantitative radiographic evaluation of the secondary ossification center. Arch Orthop Trauma Surg 2002 Jul;122(6):338-341.
- 6) Micheli LJ, Fehlandt AF Jr. Overuse injuries to tendons and apophyses in children and adolescents. Clin Sports Med. 1992; 11: 713-26.
- 7) Del Castillo Codes M, Delgado Martínez AD. Síndromes dolorosos del pie en el niño. Rev. Pediatría de Atención Primaria. 2001; 9 (3): 67-84.
- 8) Fernandez, M.: "La cadena hueso-tendón-músculo como entidad biomecánica". III Jornadas Nacionales de Medicina del Atletismo. ANAMEDE. Pamplona, 1985.
- 9) De Prado Serrano M. Enfermedad de haglund-sever y pies «cavus». Rev. Ortop. Traum.1981; Vol 25 IB, nº 2: 303 - 310
- 10) Szames Steven E., Forman Michael W., Oster J., Cohn Eleff J., Woodward P. Sever's Disease and it's Relationship to Equinus: a statistical analysis. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. Vol 7. Nº2 .April 1990. 377-384.
- 11) Hendrix L. C. Calcaneal Apophysitis (Sever Disease). Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. Vol 22. 2005. 55-62.
- 12) Micheli LJ, Ireland ML. Prevention and management of calcaneal apophysitis in children: an overuse syndrome. J Pediatr Orthop 1987 Jan-Feb;7(1):34-38
- 13) James AM, Williams CM, Haines TP. Heel raises versus prefabricated orthoses in the treatment of posterior heel pain associated with calcaneal apophysitis (Sever's Disease): a randomised control trial. J Foot Ankle Res 2010 Mar 2;3:3.
- 14) Chambers CT, McGrath PJ. Pain Measuremen in Children. In: Ashburn MA, Rice LJ, eds. The management of pain. New York: Churchill Livingstone. 1998. p. 625-34
- 15) Hicks CL, von Baeyer CL, Spafford PA, van Jorlaar L, Goodenough B. The faces pain scale-revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. Pain 2001; 93: 173-183
- 16) Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. 2011 Compendium

- of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Aug;43(8):1575-81.
- 17) Ruiz-Sáez M, Fernández-de-las-Peñas C, Blanco CR, Martínez-Segura R, García-León R. Changes in pressure pain sensitivity in latent myofascial trigger points in the upper trapezius muscle after a cervical spine manipulation in pain-free subjects. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007 Oct; 30(8):578-83.
 - 18) Levoska S. Manual palpation and pain threshold in female office employees with and without neck-shoulder symptoms. *Clin J Pain* 1993;9:236-41.
 - 19) Takala EP. Pressure pain threshold on upper trapezius and levator scapulae muscles. Repeatability and relation to subjective symptoms in a working population. *Scand J Rehabil Med* 1990; 22:63-8.
 - 20) Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008; 98: 7-13
 - 21) Gagey PM, Weber B. *Posturología, Regulación y alteraciones de la bipedestación.* Barcelona: Masson; 2001.
 - 22) Perhamre S, Janson S, Norlin R, Klässbo M. Server's injury: treatment with insoles provides effective pain relief. *Scand J Med Sci Sports.* 2011; 21: 819-823
 - 23) Hunt GC, Stowell T, Alnwick GM, Evans S. Arch taping as a symptomatic treatment in patients with Sever's disease: A multiple case series. *The foot.* 2007;17(4):178-183
 - 24) Wooten B, Uhl TL, Chandler J. Use of an orthotic device in the treatment of posterior heel pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1990;11(9):410-3.
 - 25) Sitati FC, Kingori J. Chronic bilateral heel pain in a child with Sever disease: case report and review of literature. *Cases J.* 2009 Dec 21;2:9365.
 - 26) McKenzie DC, Taunton JE, Clement DB, Smart GW, McNicol KL. Calcaneal epiphysitis in adolescent athletes. *Can J Appl Sport Sci.* 1981 Sep;6(3):123-5.
 - 27) Madden CC, Mellion MB. Sever's disease and other causes of heel pain in adolescents. *Am Fam Physician* 1996 Nov 1;54(6):1995-2000.
 - 28) Cassas KJ, Cassettari-Wayhs A. Childhood and adolescent sports-related overuse injuries. *Am Fam Physician* 2006 Mar 15;73(6):1014-1022.
 - 29) Villagrán Pérez S., Rodríguez-Martín A., Novalbos Ruiz J. P., Martínez Nieto J. M., Lechuga Campoy J. L.. Hábitos y estilos de vida modificables en niños con sobrepeso y obesidad. *Nutr. Hosp.* [revista en la Internet]. 2010 Oct [citado 2012 Jun 11]; 25(5): 823-831. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000500022&lng=es
 - 30) Scharfbillig RW, Jones S, Scutter S. Sever's disease: a prospective study of risk factors. *J Am Podiatr Med Assoc* 2011 Mar-Apr;101(2):133-145.
 - 31) Hefti F. Foot Pain. *Orthopade.* 1999 Feb;28(2):173-9.
 - 32) Quiles MJ, Van-der Hofstadt1 CJ, Quiles Y. Instrumentos de evaluación del dolor en pacientes pediátricos: una revisión. *Rev. Soc. Esp. Dolor.* 2004; 11: 360-369 2004

- 33) Perhamre S, Lundin F, Klassbo M, Norlin R. A heel cup improves the function of the heel pad in Sever's injury: effects on heel pad thickness, peak pressure and pain. *Scand J Med Sci Sports* 2011 Mar 16.
- 34) Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006 Sep;35 Suppl 2:ii7-ii11.
- 35) Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992 Dec;5(4):383-9; discussion 397.
- 36) Lopez-Rodriguez S, Fernandez de-Las-Penas C, Alburquerque-Sendin F, Rodriguez-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 Mar-Apr;30(3):186-192.
- 37) Fernandez-de-las-Peñas C, Perez-de-Heredia M, Brea-Rivero M, Miangolarra-Page JC. Immediate effects on pressure pain threshold following a single cervical spine manipulation in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007 Jun;37(6):325-329.
- 38) Ruiz-Saez M, Fernandez-de-las-Peñas C, Blanco CR, Martinez-Segura R, Garcia-Leon R. Changes in pressure pain sensitivity in latent myofascial trigger points in the upper trapezius muscle after a cervical spine manipulation in pain-free subjects. *J Manipulative Physiol Ther* 2007 Oct;30(8):578-583.
- 39) Bienfait M. La estática. Bases fisiológicas de la terapia manual y de la osteopatía. 2nd ed. Barcelona: Paidotribo; 2001. p. 204-253.

8. ANEXOS

INDICE

ANEXO I: Figuras ilustrativas	33
ANEXO II: Consentimiento informado	40
ANEXO III: Cuestionario de recogida de datos	41
ANEXO IV: Autorización al CEICA	44
ANEXO V: Resultados, Tablas y Gráficos	46
*Tabla1.....	46
*Tabla 2.....	46
*Tabla 3.....	46
*Tabla 4.....	47
*Tabla 5.....	47
*Tabla 6.....	47
*Tabla 7.....	48
*Gráfico 1.....	48
*Gráfico 2.....	49
*Tabla 8.....	50
*Tabla 9.....	50
*Tabla 10.....	51
*Tabla 11.....	51
*Tabla 12.....	52
*Tabla 13.....	52
*Tabla 14.....	53
*Gráfico 3.....	54

ANEXO I: FIGURAS ILUSTRATIVAS



Figura 1. Sistema Aquileo-Calcáneo-Plantar. Primal Pictures 2009



Figura 2. Radiografía lateral-interna en carga.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO



Figura 3. Algómetro F-Meter



Figura 4. Plataforma de presiones FootWork

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO



Figura 5. Escala de Wong-Baker Faces Pain

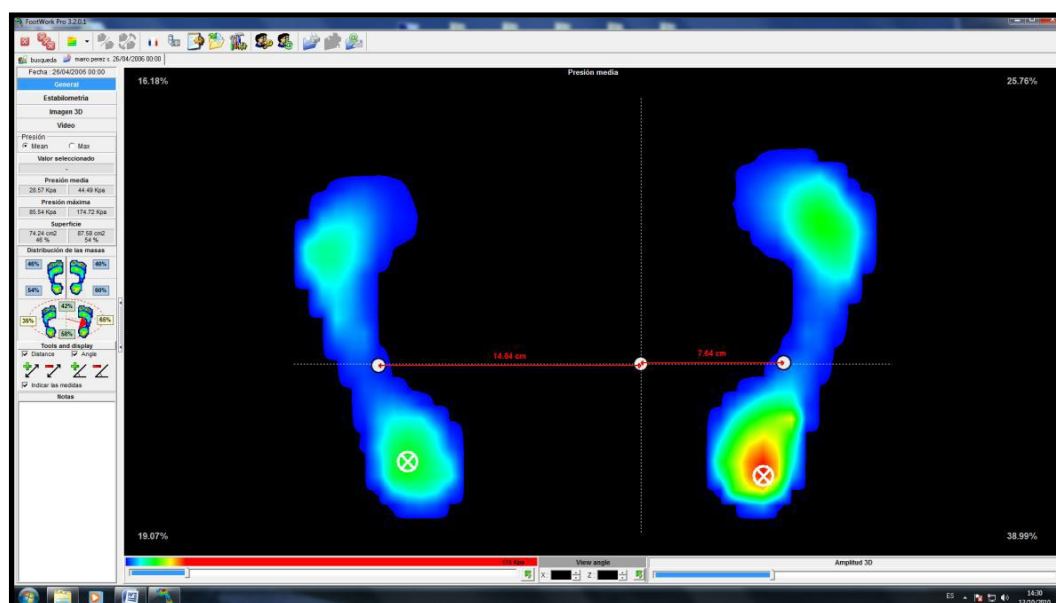


Figura 6. Análisis Estático: imagen y datos de la distribución de las presiones plantares

Apofisititis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

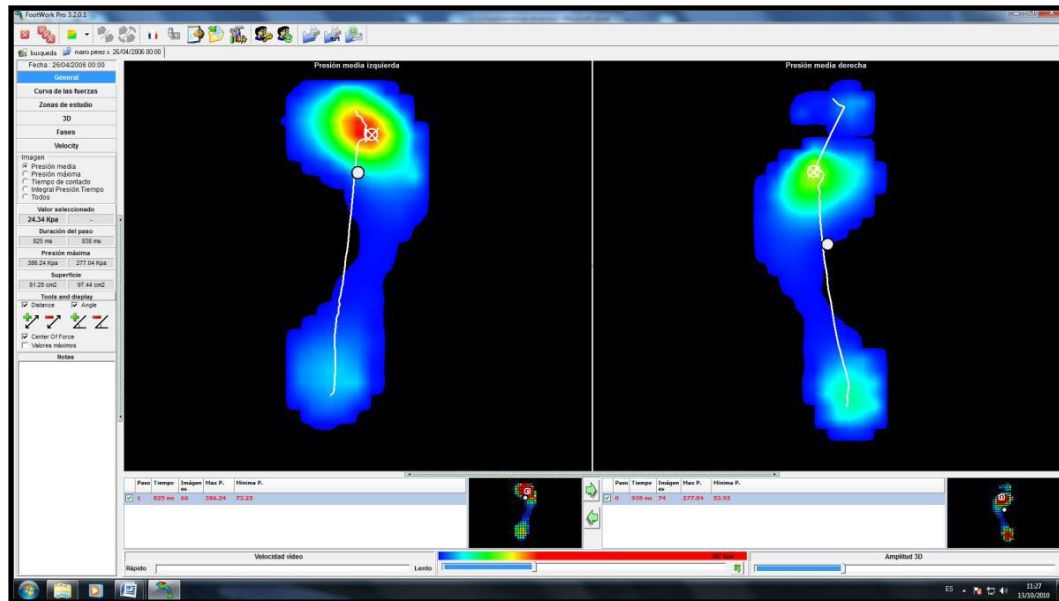


Figura 7. Análisis Dinámico: imagen y datos de la distribución de las presiones plantares durante la fase de apoyo de la marcha.



Alza 0,4mm

Material Amortiguador

Figura 8. Talonera estándar.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

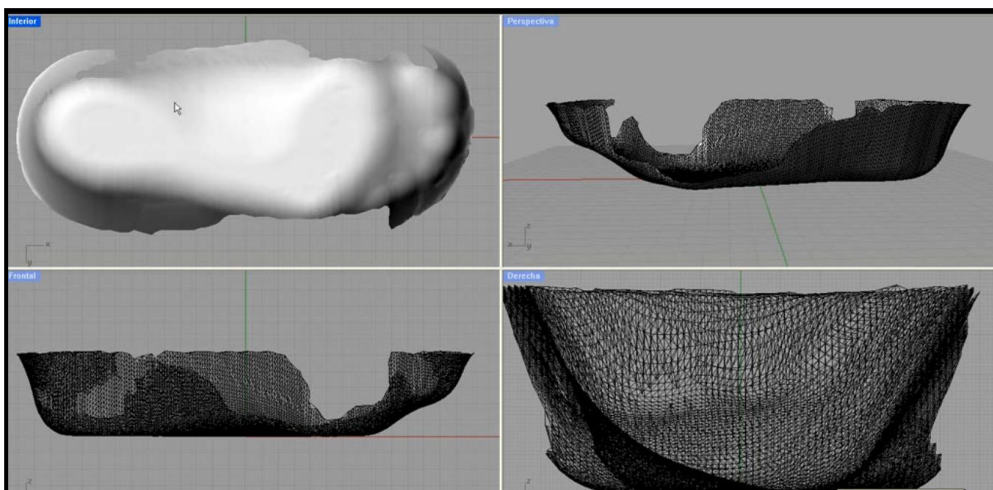
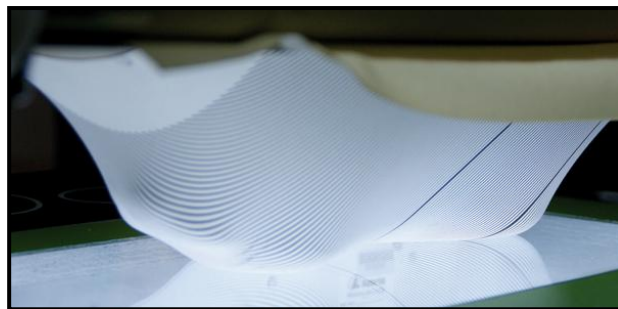


Figura 9. 3D Scann Podoactiva

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

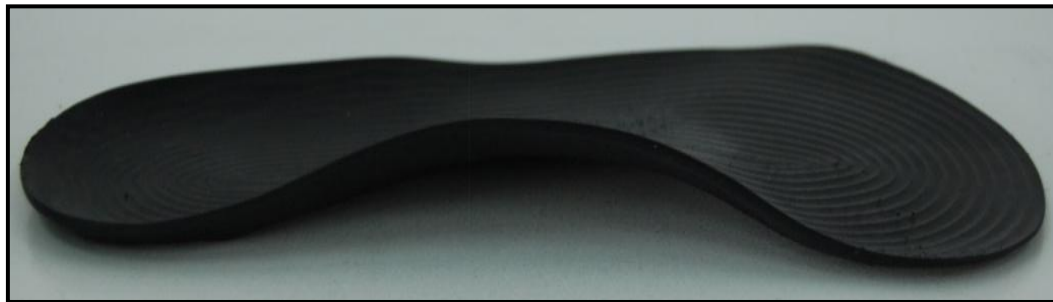


Figura 10. Podoactiva Elite Sport (polipropileno + aditivo de carbono)

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

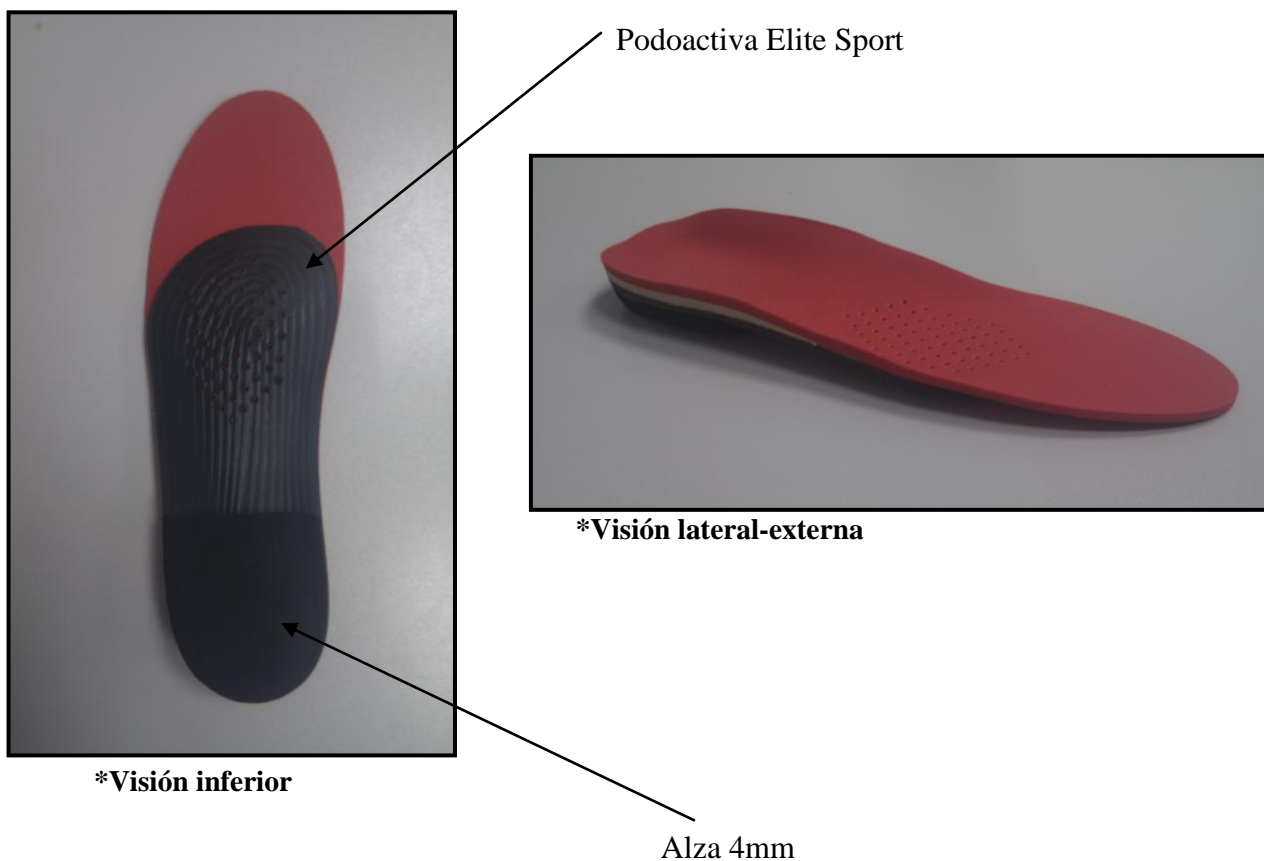
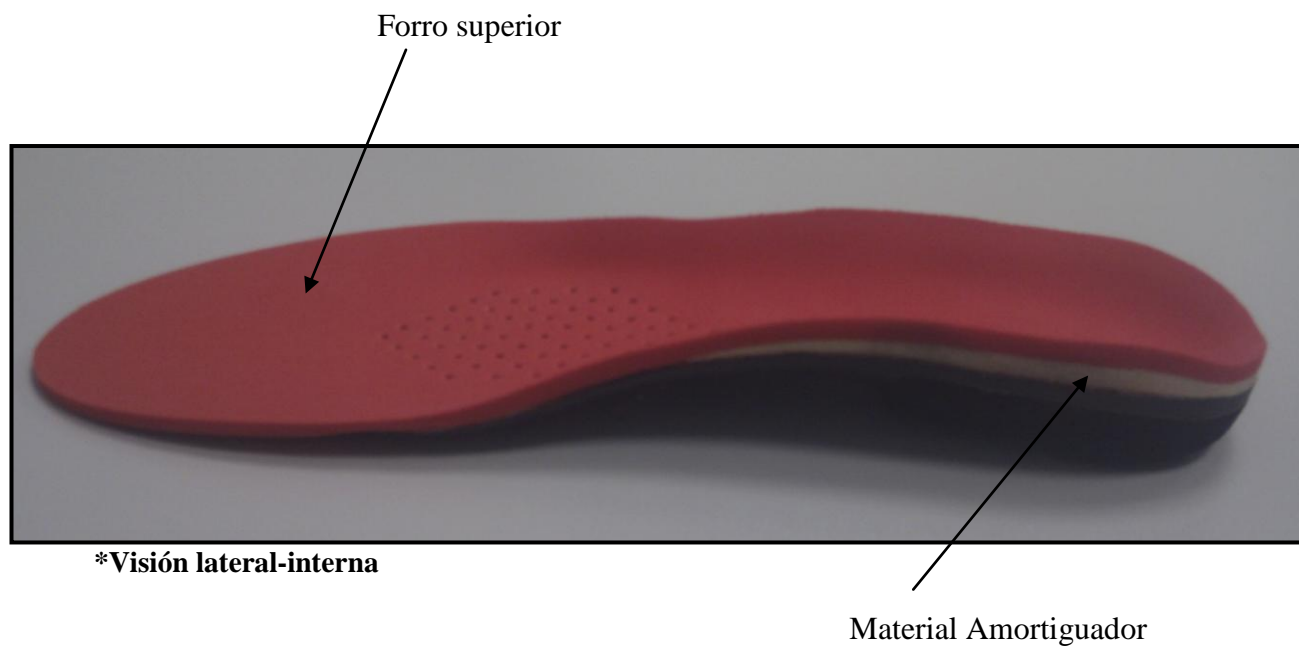


Figura 11. Soporte plantar Podoactiva (Grupo experimental)

ANEXO II: CONSENTIMIENTO INFORMADO

FEEL THE INNOVATION



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio: Apofisitis calcánea en el pie infantil: aplicación de soporte plantar con y sin corrección

AUTORIZACIÓN:

He recibido información y entiendo las inconveniencias y/o riesgos de este estudio. Yo Don/ña _____ (nombre del representante), con D.N.I _____ padre/madre/tutor (tache lo que no proceda) del niño/a _____ (nombre del niño/a), presto mi conformidad con la participación del mismo en este proyecto.

Entiendo además que podré retractarme de esta autorización retirándolo de este proyecto, en cualquier momento, bastando para ello mi manifestación expresa y escrita, al respecto.

Fdo:

Investigador _____

Fecha _____



ANEXO III: CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE DATOS

FEEL THE INNOVATION



Apofisitis Calcánea en el pie infantil: aplicación de soporte plantar con y sin corrección

FECHA	
INVESTIGADOR	

DATOS DEL PACIENTE					
Nombre		Apellidos			
Teléfono		Sexo	Hombre/Mujer	Fecha Nacimiento	
Deporte					
Actividad física		nº horas/semana	Interrupcion actividad	SI	NO
Medicamento	SI	NO	¿Cuál?		

ANTROPOMETRÍA				
Peso		Altura		IMC

ESCALA DE WONG-BAKER (escala del dolor)					
0 NO HURT	1 HURTS LITTLE BIT	2 HURTS LITTLE MORE	3 HURTS EVEN MORE	4 HURTS WHOLE LOT	5 HURTS WORST
<p>Explíquele a la persona que cada cara representa una persona que se siente feliz porque no tiene dolor o triste porque siente un poco o mucho dolor. Cara 0 se siente muy feliz porque no tiene dolor. Cara 1 tiene un poco de dolor. Cara 2 tiene un poquito más de dolor. Cara 3 tiene más dolor. Cara 4 tiene mucho dolor. Cara 5 el dolor es intolerable. Pídale a la persona que escoja la cara que mejor describe su propio dolor.</p>					

FEEL THE INNOVATION



EXPLORACIÓN CLÍNICA

TIPO DE PIE	
PIE IZQUIERDO	PIE DERECHO

	SIGNO RADIOLÓGICO (marque con una cruz)				
	PIE IZQUIERDO			PIE DERECHO	
	Normal	Patológico		Normal	Patológico
1ª Visita					
Al 3er mes					

TEST FPI 6 - PIE IZQUIERDO - (marque con una cruz)												
0	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+

TEST FPI 6 - PIE IZQUIERDO - (marque con una cruz)												
0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12

TEST FPI 6 - PIE DERECHO - (marque con una cruz)												
0	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+

TEST FPI 6 - PIE DERECHO - (marque con una cruz)												
0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

ALGOMETRIA					
PIE IZQUIERDO			PIE DERECHO		
1ª Visita		Kg/cm2	1ª Visita		Kg/cm2
Revisión del mes		Kg/cm2	Revisión del mes		Kg/cm2
Revisión 3er mes		Kg/cm2	Revisión 3er mes		Kg/cm2

	SI	NO
Dolor en reposo		
Dolor al caminar		
Dolor al correr-saltar		

Aparición del dolor (marque con una cruz)	
< de 1 semana	
Entre 1 semana y 1 mes	
> de 1 mes	

BAROPODOMETRIA

ANALISIS ESTATICO		
<div style="text-align: center;"> Distribución de las masas </div>		
Presión Media		OBSERVACIONES
	Kpa	
Presión Máxima		
	Kpa	

ANEXO IV: SOLICITUD AL CEICA



Al Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón

DON SERGIO GUTIERREZ NAVARRO, Diplomado en Podología, con D.N.I. número 72.798.404-R, ante el **COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA** COMPARECE y como mejor proceda, DICE:

Que es interés del Investigador llevar a cabo un estudio de investigación clínica con grupo experimental y grupo control, en pacientes entre 6 y 12 años que acuden a consulta de podología presentando apofisitis calcánea, a los que se les propondrá participar en el estudio de forma voluntaria y previa firma de consentimiento informado.

Al grupo control se le aplicará la *intervención terapéutica convencional*, mediante la colocación de una talonera estándar, sin corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal.

Al grupo experimental se le aplicará la *intervención terapéutica experimental*, que incluye una talonera estándar añadida a un soporte plantar (Podoactiva) con corrección de las desviaciones del retropié en el plano frontal.

La recogida de información se realizará mediante un cuestionario personal, que se pasará, previa firma de consentimiento informado, a todos los participantes del estudio; además se realizará una exploración biomecánica en estática y dinámica.

Debido a que se trata de un problema frecuente en consulta podológica entre la población infantil de nuestro país es por lo que entendemos se debe profundizar en este estudio al ser un tema de interés social.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

El estudio no pone en riesgo la salud de los pacientes, puesto que solo pretende describir y analizar los efectos de un tratamiento frente a otro sobre la sintomatología y las alteraciones provocadas por esta afectación.

Por las razones expuestas,

SE SOLICITA al COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN DE ARAGÓN,
proceda a emitir la Autorización pertinente para la realización del estudio de Investigación propuesto.

Zaragoza a 16 de Diciembre de 2011

Fdo. SERGIO GUTIÉRREZ NAVARRO
Diplomado en Podología
Experto en Biomecánica y
Ortopodología por la US.



ANEXO V: RESULTADOS. TABLAS Y GRÁFICOS

	Media	Desviación Típica
Edad	10,8	1,03
Talla	1,45	0,09
Peso	43	10,06
IMC	20,29	2,57
Act.Física	7,3	2,9

Tabla 1. Valores medios y desviación típica de las variables descriptivas cuantitativas de la muestra total de individuos.

	N	%
SEXO	Niñas	3
	Niños	7
Escala Mets valor 5	10	100
Interrupcion actividad	3	30
Uso Medicamento	2	20
No existe dolor en reposo	10	100
Existe dolor al caminar	7	70
Existe dolor al correr y saltar	10	100
Aparición del dolor > 1 mes	10	100

Tabla 2. Frecuencias de las variables descriptivas cualitativas de la muestra total de individuos.

	GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO CONTROL		p
	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	
Edad	10,8	1,03	10,8	0,84	0,914
Talla	1,43	0,092	1,45	0,1	1
Peso	40	8,89	46	11,24	0,6
IMC	19,24	2,41	21,34	2,51	0,251
Act. Física	8,2	3,96	6,4	1,14	0,246

*p obtenida mediante el Test U de Mann-Whitney

Tabla 3. Análisis descriptivo comparativo de las variables cuantitativas según el grupo de estudio.

Apofisititis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

		GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO CONTROL	
		N	%	N	%
Sexo	Niños	3	60	4	80
	Niñas	2	40	1	20
Escala Mets valor 5		5	100	5	100
Interrupcion actividad		2	40	1	20
Uso Medicamento		2	40	0	0
No existe dolor en reposo		5	100	5	100
Existe dolor al caminar		4	80	3	60
Existe dolor al correr y saltar		5	100	5	100
Aparición del dolor > 1 mes		5	100	5	100

Tabla 4. Frecuencias de las variables descriptivas cualitativas según el grupo de estudio.

TEST FOOT POSTURE INDEX (FPI 6)					
		GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO CONTROL	
PIE IZQUIERDO		N	%	N	%
Pronado		4	80	1	20
Normal		0	0	1	20
Supinado		1	20	3	60
PIE DERECHO		N	%	N	%
Pronado		4	80	1	20
Normal		0	0	1	20
Supinado		1	20	3	60

p* obtenida mediante la prueba Chi-Cuadrado con el test exacto de Fisher

Tabla 5. Frecuencias de la variable FPI 6 según el grupo de estudio.

ESCALA DE WONG-BAKER	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL		
	1ª Visita	1er Mes	3er Mes	1ª Visita	1er Mes	3er Mes
	%	%	%	%	%	%
0) No tiene dolor	0	20	80	0	0	20
1) Tiene algo de dolor	0	60	20	0	20	40
2) Tiene algo más de dolor	0	20	0	0	40	40
3) Tiene más dolor	0	0	0	20	40	0
4) Tiene mucho dolor	80	0	0	60	0	0
5) El dolor es insoportable	20	0	0	20	0	0

Tabla 6. Frecuencias de la variable Escala de Wong-Baker según el grupo de estudio, en los tres instantes de valoración

GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL	
Algometria Izq	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica
1ªVisita	41,6	11,89	36,2	11,1
1er mes	56,4	8,08	46,2	13,27
3er mes	76,2	1,64	50,2	13,99
Algometria Dch	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica
1ªVisita	44	8,89	35,8	10,16
1er mes	59,4	5,37	43,6	11,19
3er mes	75,6	5,27	51,8	13,63

Tabla 7. Valores medios y desviación típica de la variable algometría realizada en los tres instantes de valoración, según el grupo de estudio

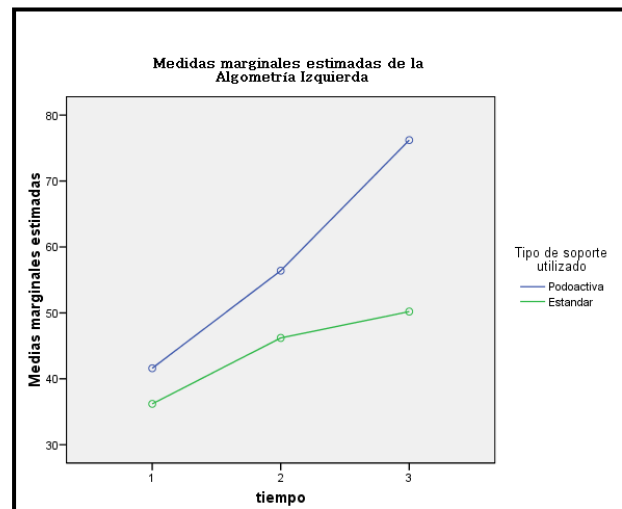
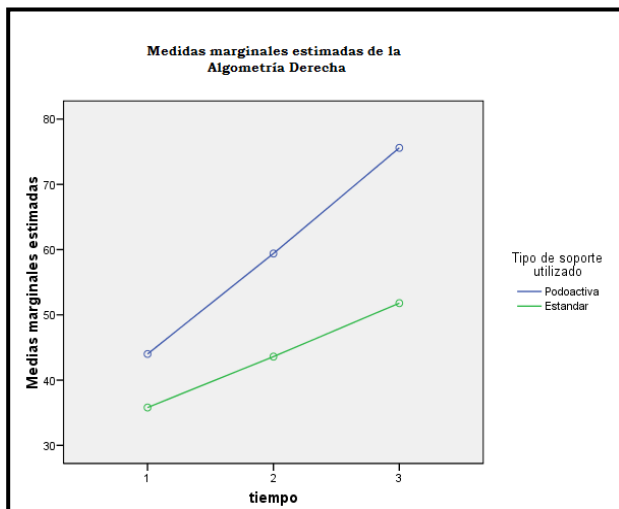


Grafico 1. Medidas marginales estimadas de la algometría del pie izquierdo y del pie derecho en los tres instantes de valoración.

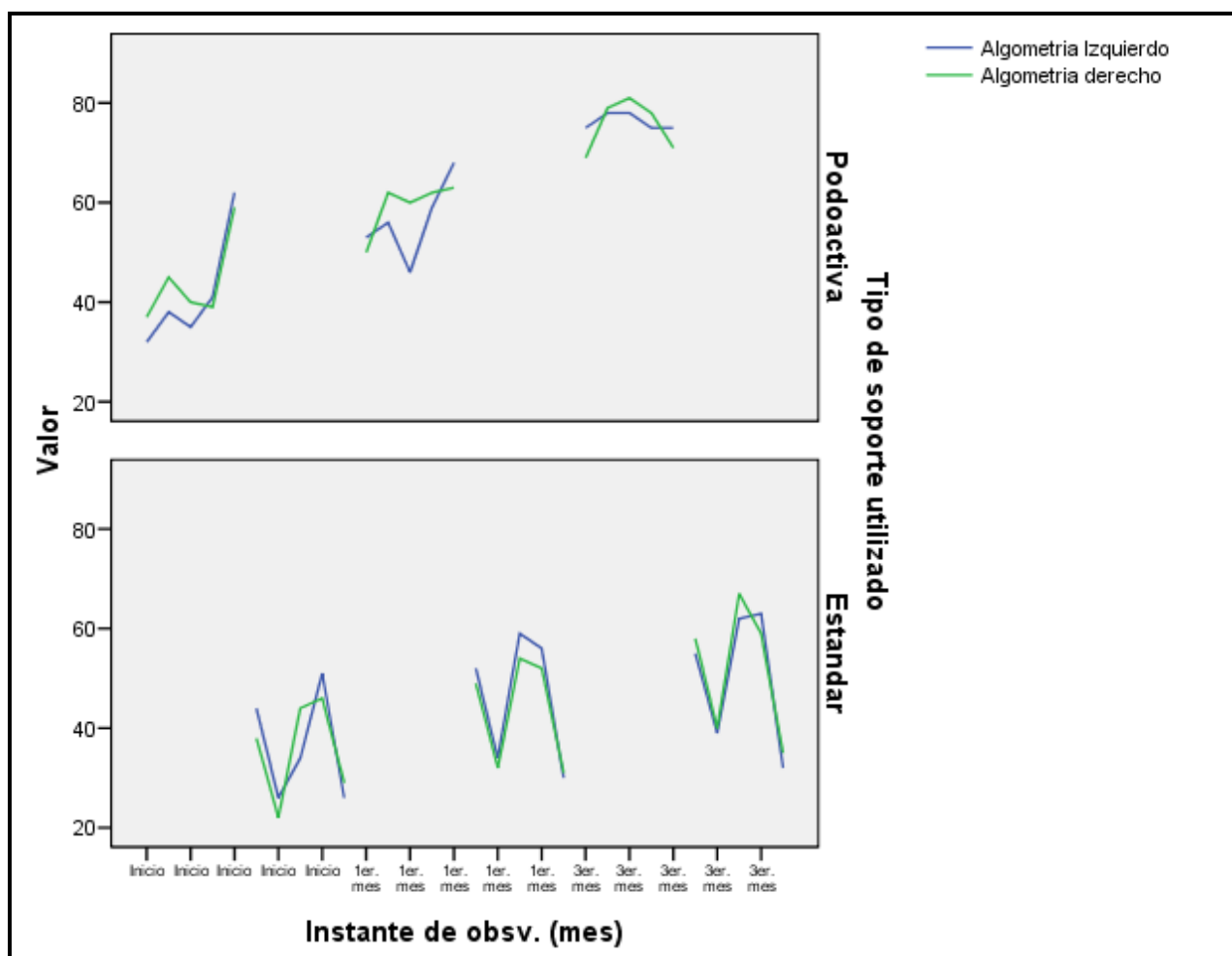


Gráfico 2. Paralelismo de evolución de la algometría del pie izquierdo con respecto a la algometría del pie derecho en cada periodo de valoración.

Prueba de Wilcoxon de la Escala Wong-Baker		
	Grupo Experimental	Grupo Control
	p	p
EWB 1ªVisita / EWB 1er Mes	0,041	0,041
EWB 1er Mes / EWB 3er Mes	0,046	0,025
EWB 1ªVisita / EWB 3er Mes	0,039	0,041

Tabla 8. Prueba de Wilcoxon para comprobar la evolución del dolor según el grupo de estudio, entre los tres instantes temporales.

Prueba de Wilcoxon de las Algometrías		
	Grupo Experimental	Grupo Control
Algometria Izq	p	p
1ªVisita / 1er Mes	0,042	0,042
1er Mes / 3er Mes	0,042	0,042
1ªVisita / 3er Mes	0,042	0,043
Algometria Dch	p	p
1ªVisita / 1er Mes	0,043	0,042
1er Mes / 3er Mes	0,043	0,043
1ªVisita / 3er Mes	0,043	0,043

Tabla 9. Prueba de Wilcoxon de la Algometría del pie izquierdo y del pie derecho para comprobar la evolución del dolor según el grupo de estudio, entre los tres instantes temporales.

Prueba Chi-Cuadrado					
GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL		
ESCALA DE WONG-BAKER	N	%	N	%	p
1ª Visita	3) Tiene más dolor	0	0	1	20
	4) Tiene mucho dolor	4	80	3	60
	5) El dolor es insorpotable	1	20	1	20
1er Mes	0) No tiene dolor	1	20	0	0
	1) Tiene algo de dolor	3	60	1	20
	2) Tiene algo más de dolor	1	20	2	40
	3) Tiene más dolor	0	0	2	40
3er Mes	0) No tiene dolor	4	80	1	20
	1) Tiene algo de dolor	1	20	2	40
	2) Tiene algo más de dolor	0	0	2	40

*Variable de agrupación: tipo de soporte utilizado (Grupo Experimental-Grupo Control)

Tabla 10. Prueba Chi-Cuadrado de la variable Escala de Wong-Baker en los tres instantes de valoración.

Prueba U de Mann-Whitney					
GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL		
Algometria Izq	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p
1ªVisita	41,6	11,89	36,2	11,1	0,548
1er mes	56,4	8,08	46,2	13,27	0,31
3er mes	76,2	1,64	50,2	13,99	0,008
Algometria Dch	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p
1ªVisita	44	8,89	35,8	10,16	0,421
1er mes	59,4	5,37	43,6	11,19	0,032
3er mes	75,6	5,27	51,8	13,63	0,008

*Variable de agrupación: tipo de soporte utilizado (grupo experimental-grupo control)

Tabla 11. Prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes de la algometría del pie izquierdo y del pie derecho en los tres instantes de valoración.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

Prueba Kolmogorov-Smirnov para una muestra				
GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL	
Algometria Izq	Z-Kolmogorov	p	Z-Kolmogorov	p
1ªVisita	0,716	0,685	0,494	0,968
1er mes	0,389	0,998	0,601	0,863
3er mes	0,822	0,51	0,524	0,947
Algometria Dch	Z-Kolmogorov	p	Z-Kolmogorov	p
1ªVisita	0,612	0,848	0,425	0,994
1er mes	0,77	0,593	0,638	0,811
3er mes	0,616	0,842	0,616	0,843

a) La distribución del contraste es normal

Tabla 12. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra según el grupo de estudio, en los tres instantes de valoración.

Prueba T-Student						
GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			
Algometria Izq	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p	Dispersion
1ªVisita	41,6	11,89	36,2	11,1	0,479	Homogenidad
1er mes	56,4	8,08	46,2	13,27	0,18	Homogenidad
3er mes	76,2	1,64	50,2	13,99	0,003	No Homogenidad
Algometria Dch	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p	Dispersion
1ªVisita	44	8,89	35,8	10,16	0,211	Homogenidad
1er mes	59,4	5,37	43,6	11,19	0,022	No Homogenidad
3er mes	75,6	5,27	51,8	13,63	0,007	No Homogenidad

Tabla 13. Prueba T-Student de la algometría del pie izquierdo y pie derecho según el grupo de estudio, en los tres instantes de valoración.

GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			
Algometria Izq	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p1	p2
1ª Visita	41,6	11,89	36,2	11,1	0,548	0,479
1er mes	56,4	8,08	46,2	13,27	0,31	0,18
3er mes	76,2	1,64	50,2	13,99	0,008	0,003
Algometria Dch	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	p1	p2
1ª Visita	44	8,89	35,8	10,16	0,421	0,211
1er mes	59,4	5,37	43,6	11,19	0,032	0,022
3er mes	75,6	5,27	51,8	13,63	0,008	0,007

*p1 obtenida mediante U de Mann-Whitney

*p2 obtenida mediante T-Student

Tabla 14. Comparación del p-valor obtenido mediante el test no paramétrico U de Mann-Whitney, con respecto al test paramétrico T-Student de la algometría del pie izquierdo y del pie derecho según el grupo de estudio, en los tres instantes de valoración.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO

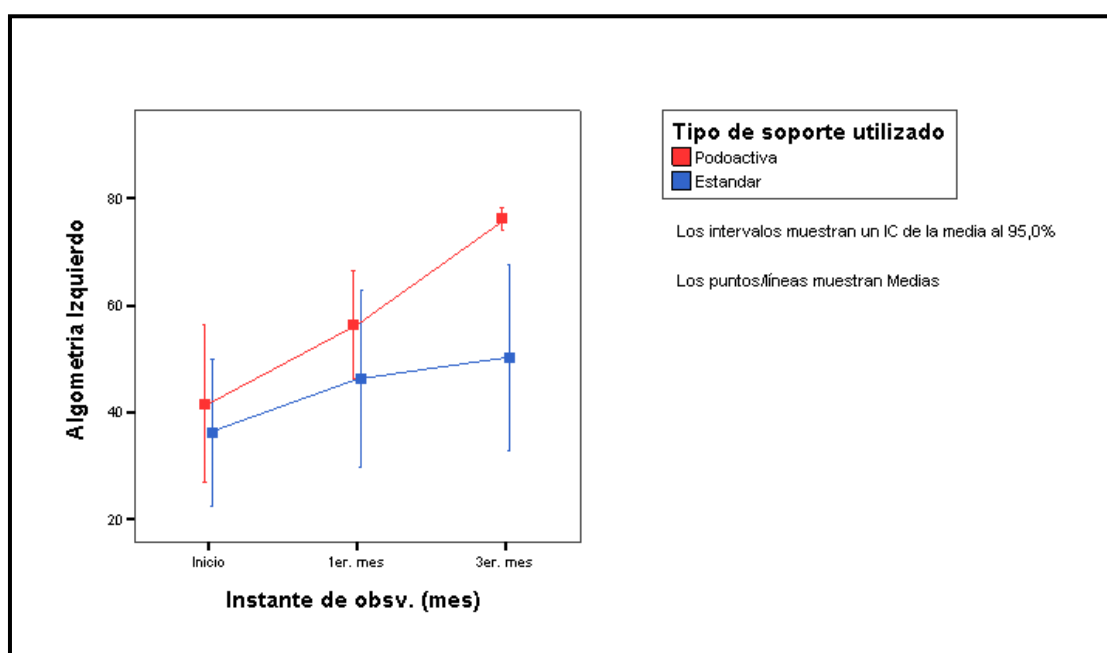
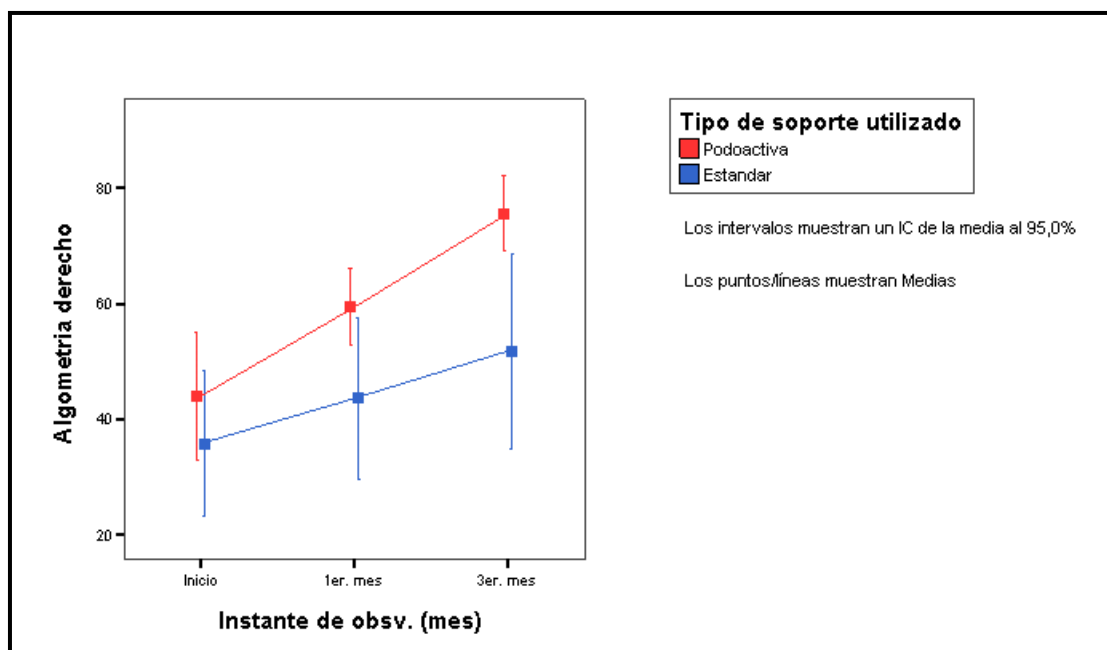


Grafico 3. Medidas marginales estimadas de la algometría del pie izquierdo y del pie derecho en los tres instantes de valoración con margen de error.

Apofisitis calcánea en el pie infantil.

Aplicación de soporte plantar con y sin corrección: ESTUDIO PILOTO