



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

**“Eficacia de un programa de ejercicio terapéutico en cadera para disminuir la pronación del pie durante la marcha”**

**“Effectiveness of therapeutic exercise program for the hip to reduce pronation during gait”**

**“Eficacia dun programa de exercicio terapéutico na cadeira para diminuír a pronación do pé durante a marcha”**



Facultad de Fisioterapia

**Alumna:** Dña. Alba Pose Gontad

**DNI:** 47.434.171 Y

**Tutor:** D. Francisco José Senín Camargo

**Convocatoria:** Septiembre 2016



## ÍNDICE

1. Resumen .....	6
1. Abstract .....	7
1. Resumen .....	8
2. Introducción .....	9
2.1 Tipo de trabajo .....	9
2.3 Motivación personal .....	9
3. Contextualización .....	11
3.1 Antecedentes .....	11
3.1.1 La articulación subastragalina (ASA) y el movimiento de hiperpronación .....	11
3.1.2 Relación cadera-pie: La rotación interna coxofemoral y la pronación. ....	14
3.1.3 Programa de ejercicios.....	16
3.2 Justificación del trabajo .....	16
4. Hipótesis y Objetivos .....	19
4.1 Hipótesis .....	19
4.1.1 Hipótesis nula( $H_0$ ) .....	19
4.1.2 Hipótesis alternativa( $H_1$ ).....	19
4.2 Pregunta de investigación .....	19
4.3 Objetivos .....	20
4.3.1 General .....	20
4.3.2 Específicos.....	20
5. Metodología .....	21
5.1 Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	21
5.2 Ámbito de estudio.....	21
5.3 Período de estudio .....	21
5.4 Tipo de estudio.....	22
5.5 Criterios de selección .....	22
5.5.1 Criterios de inclusión .....	22



5.5.2 Criterios de exclusión .....	22
5.6 Justificación del tamaño muestral.....	23
5.7 Selección de la muestra .....	23
5.8 Descripción de las variables a estudiar .....	24
5.9 Mediciones e intervención .....	26
5.9.1 Valoración inicial .....	26
5.9.2 Descripción grupo intervención .....	34
5.9.3 Descripción grupo control.....	38
5.9.4 Valoración final.....	39
5.10 Análisis estadístico de los datos .....	39
5.11 Limitaciones del estudio .....	40
5.11.1 Sesgo de selección .....	40
5.11.2 Sesgo de información.....	40
5.11.3 Sesgo de confusión.....	40
6. Cronograma y Plan de trabajo .....	41
7. Aspectos ético-legales .....	42
8. Aplicabilidad del estudio.....	44
9. Plan de difusión de los resultados.....	45
9.1 Congresos.....	45
9.2 Revistas .....	45
10. Memoria económica.....	46
10.1 Recursos necesarios .....	46
10.2 Distribución del presupuesto .....	47
10.3 Posibles fuentes de financiación .....	48
11. Bibliografía.....	49
12. Anexos.....	52
Anexo I. Hoja de información al participante.....	52
Anexo II. Ficha de Evaluación .....	54



Anexo III. Consentimiento informado.....	55
Anexo IV. Puntuación y fotografías: índice postural de pie-6 (IFP6) .....	56
Anexo V. Ejemplo: resultado podiáxp-análisis videogoniométrico .....	53
Anexo VI. Fotografías ejercicio terapéutico .....	54
AnexoVII. Autorización al CEIC de Galicia .....	56



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Síntesis de las variables de estudio .....	24
Tabla II. Materiales y métodos empleados para medir las variables .....	25
Tabla III. Programa de ejercicio terapéutico .....	35
Tabla IV. Plan de trabajo .....	41
Tabla V. Revistas científicas .....	45
Tabla VI. Recursos necesarios .....	46
Tabla VII. Presupuesto .....	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Facetas articulares de la ASA. ....	11
Imagen 2. Marcamos tubérculo navicular.....	27
Imagen 3. Posición neutra ASA .....	27
Imagen 4. Marcar altura navicular sedestación .....	28
Imagen 5. Marcar altura navicular bipedestación .....	28
Imagen 6. Cuantificación varo-valgo de retropie .....	30
Imagen 7. Valoración antepié .....	31
Imagen 8. Dirección anterior .....	32
Imagen 9. Apoyo unipodal detrás línea roja .....	32
Imagen 10. Dirección postero-lateral .....	33
Imagen 11. Dirección postero-medial.....	33
Imagen 12. Colocación detectores automáticos.....	34
Imagen 13. Comportamiento en marcha.....	34
Imagen 14. Captación informatizada del ALI.....	34



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

<b>ALI</b>	Articulación subastragalina
<b>ASA</b>	Articulación subastragalina
<b>CEI</b>	Comité de ética de la investigación
<b>CEIC</b>	Comité de Ética de Investigación Clínica
<b>CIOMS</b>	Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas
<b>FCH</b>	Flexor corto del hallux
<b>FLH</b>	Flexor largo del hallux
<b>HAV</b>	Hallux abductus valgus
<b>YBT</b>	Y balance test
<b>IFP-6</b>	Foot posture index- 6
<b>JRC</b>	Journal Citation Reports
<b>NDT</b>	Navicular drop test
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PFPS</b>	Síndrome femoropatelar
<b>PICO</b>	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)
<b>PNSA</b>	Posición neutra de la subastragalina
<b>TA</b>	Tibial anterior
<b>TP</b>	Tibial posterior
<b>UDC</b>	Universidad de A Coruña



## 1. RESUMEN

**Antecedentes:** Varios estudios avalan que la disfunción de los músculos de la cadera están relacionados con los patrones de movimiento a nivel distal, y que ésta es una posible causa de lesiones en los miembros inferiores. Estos apoyan la teoría de que los abductores y rotadores externos de cadera, juegan un papel crítico en el control de la posición de toda la extremidad inferior en el plano frontal y transversal durante el apoyo de una sola pierna. A largo plazo, la hiperpronación en la marcha es un antecedente de las deformidades estructuradas en antepié y retropié, por ello, un tratamiento global que abarque todos los mecanismos disfuncionales que se ponen en juego durante la marcha, será óptimo para minimizar futuras lesiones.

**Objetivo:** Determinar la eficacia y seguridad de un programa de ejercicio terapéutico en cadera, para disminuir la pronación de la articulación subastragalina (ASA) en el apoyo medio de la marcha, en sujetos con hiperpronación.

**Metodología:** Se propone un ensayo clínico aleatorizado y controlado en sujetos con hiperpronación, que serán distribuidos en 2 grupos: un grupo control y un grupo de intervención que realizará un programa de ejercicio terapéutico durante 8 semanas, centrado en los rotadores externos y abductores de cadera, para disminuir la pronación en la fase de medio apoyo de la marcha, medido con podía XP- Análisis videogoniométrico.

**Palabras clave:** pie, pronación, marcha, cadera, ejercicio terapéutico.



## 1. ABSTRACT

**Background:** Several studies support the correlation between the dysfunction of the muscles in the hips with distal movement patterns. That could be the origin for many injuries in the lower limbs. In fact, one of their theories is that the abductors and the hips' rotator muscles play a critical role in the position of the lower limbs on the frontal and transversal planes while standing with one only limb. Hyperpronation during the gait is a predecessor of structured deformations in the forefoot and rearfoot in the long term. Therefore, in order to reduce future injuries, treatments must affect all the disfunctional mechanisms that take part during the gait.

**Objective:** To determine the efficacy and safety of a therapeutic exercise program for the hips focused on reducing the pronation of the subtalar joint (SJT) during the second rocker of the gait in subjects with hyperpronation

**Methodology:** The methodology is based on a randomized and controlled clinical trial of subjects with hyperpronation. Subjects will be separated in two groups: the control group and the intervention group. Subjects in the intervention group will follow a therapeutic exercise program focused on the hips' rotator muscles and abductors to reduce the SJT during the second rocker of the gait. To measure pronation levels, the tool proposed is the "PODIA XP-ANALYSIS VIDEOGONIOMETER".

**Keywords:** foot, pronation, hip, exercise therapies.





## 1. RESUMO

**Antecedentes:** Varios estudos avalan que a disfunción dos músculos da cadeira están relacionados cos patróns de movemento a nivel distal, e que ésta é unha posible causa de lesións nos membros inferiores. Estes apoian a teoría de que os abductores e os rotadores externos da cadeira, xogan un papel crítico no control da posición de toda a extremidade inferior no plano frontal e transversal durante o apoio dunha soa perna. O longo prazo, a hiperpronación é un antecedente das deformidades estruturais en antepé e retropé, por iso, un tratamento global que abarque todos os mecanismos disfuncionais que se poñen en xogo durante a marcha, será óptimo para minimizar futuras lesións.

**Obxectivo:** Determinar a eficacia e seguridade dun programa de exercicio terapéutico na cadeira para diminuír a pronación da articulación subastragalina (ASA) no apoio medio da marcha, ensuxeitos con hiperpronación.

**Metodoloxía:** Proponse un ensaio clínico aleatorizado e controlado en suxeitos con hiperpronación, serán distribuídos en 2 grupos: un grupo control e un grupo de intervención que realizará un programa de exercicio terapéutico centrado nos rotadores externos e abductores de cadeira para diminuír a pronación na fase de medio a poio da marcha, medido con podía XP- Análise videogoniométrico.

**Palabra clave:** pé, pronación , cadeira, exercicio terapéutico.



## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 TIPO DE TRABAJO

La literatura revisada no propone el abordaje de un problema de aumento de pronación de la ASA en la marcha, realizando una intervención a nivel de los rotadores externos y abductores de cadera, Sin embargo, sí evidencian la existencia de una interrelación funcional, si aumenta la rotación interna de cadera, aumenta la pronación y viceversa.

Dada la escasa bibliografía disponible para dar respuesta al interrogante planteado, me decanto por realizar un proyecto de investigación, y de este modo dar respuesta a una problemática común en la mi rutina clínica.

El proyecto de investigación nos ayuda a definir claramente el problema planteado y a organizar el estudio de forma factible y eficaz. El propósito de este trabajo es aportar información útil y aplicable para el desarrollo de un proyecto de investigación novedoso.

### 2.3 MOTIVACIÓN PERSONAL

Desde mis primeros años universitarios he tenido clara la importancia de una formación continuada a lo largo de todo el ejercicio profesional, eso me ha impulsado a matricularme en un máster primero, y en Fisioterapia después. La revisión de la literatura científica me da la oportunidad de estar al tanto de las investigaciones de colegas profesionales, las cuales traslado al ámbito clínico.

El tema del presente proyecto, parte de mi experiencia profesional. Provengo de una profesión muy “joven”, la podología, en la cualla experiencia clínica juega un papel fundamental. Ella despierta mi visión holística, dejando a la cola los tratamientos con una perspectiva analítica.

Debido a esto, la verdadera motivación es llegar a transportar la evidencia clínica, a la científica, para mejorar la prevención de futuras lesiones en los miembros inferiores.



Por todo lo anterior, me decido a realizar el presente proyecto de investigación ya que desde mi punto de vista debemos escoger un tema que motive y apasione, y no solo por cumplir un requisito académico. Debido al poco tiempo disponible, no he podido llevarlo a la práctica, aunque espero poder dar respuesta a la conjetura planteada en un futuro cercano.



## 3. CONTEXTUALIZACIÓN

### 3.1 ANTECEDENTES

#### 3.1.1 La articulación subastragalina (ASA) y el movimiento de hiperpronación

##### 3.1.1.1 Recuerdo anatómico ASA

La ASA se compone de tres articulaciones entre el astrágalo y el calcáneo. La faceta posterior del astrágalo es una superficie articular cóncava que se articula con una superficie convexa del calcáneo. Las facetas media y anterior constituyen la parte anterior de la articulación.

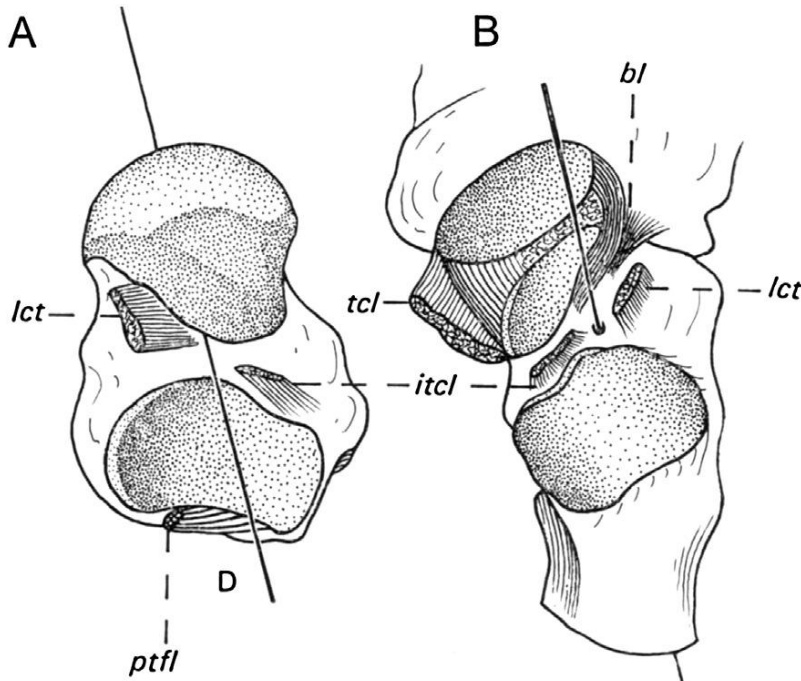


Imagen 1. Facetas articulares de la ASA. <sup>1</sup>

Anatómicamente las facetas media y anterior se consideran por separado de la faceta posterior, sin embargo clínica y funcionalmente se pueden considerar como uno, ya que comparten eje de movimiento funcional. Aunque tienen cavidades sinoviales independientes, no tienen movimiento libre, al igual que una puerta tiene dos bisagras. <sup>1</sup>

##### 3.1.1.2 Eje de movimiento. Teoría del eje rotacional

El movimiento alrededor de la articulación subastragalina es complejo. Su eje es el menos fácil de conceptualizar ya que tiene pocos puntos de referencia externos y se basa en una rotación oblicua a los planos ortogonales anatómicos tradicionales.



Proyectado en un plano sagital, se encuentra en un ángulo de aproximadamente  $41^\circ$  desde el eje horizontal. Cuando se proyecta sobre el plano anteroposterior del pie, el eje está desviado aproximadamente  $23^\circ$  en sentido medial-anterior de la línea media del pie, o sobre  $16^\circ$  de un eje orientado en relación con el primer espacio metatarsiano. Existe una considerable variación anatómica y los valores reportados en estudios varían considerablemente.<sup>2</sup>

Hay tres posibles mecanismos de movimiento: rotación alrededor de un eje sobre la superficie de la articulación, traslación a lo largo de un eje o una combinación de estos. La mayoría de la bibliografía lo describe como un movimiento de rotación entre el astrágalo y calcáneo.<sup>2,3</sup>

El movimiento alrededor de la articulación subastragalina es triplanar, combina la flexión dorsal-abducción-eversión en una dirección y la flexión plantar-aducción-inversión en otro. Se denominan también comúnmente como pronación y supinación, respectivamente.<sup>2</sup>

En los años 90, Kevin Kirby, podiatra americano, desarrolla una teoría: La teoría del eje rotacional de la articulación subastragalina. Esta ha sido una de las que más ha cambiado e influido sobre los conceptos de biomecánica de exploración y tratamiento del miembro inferior existentes en la actualidad. Este modelo se basa en que una función adecuada de la ASA es fundamental para la función normal del pie y ésta no puede darse de forma correcta si existen fuerzas patológicas que actúan sobre dicha articulación durante la marcha.<sup>4</sup>

Estas fuerzas que actúan sobre la ASA, las cuales producen un movimiento en dirección rotacional sobre un eje, pueden ser generadas externamente, mediante fuerzas reactivas del suelo, o internamente, mediante la contracción muscular.<sup>4</sup>

Las desviaciones posicionales del eje de la ASA se han agrupado en dos deformidades básicas: desviación medial o lateral. Estas desviaciones tienen un efecto profundo y muy importante en la función del pie, alterando directamente el momento de fuerza, ya sean las fuerzas reactivas del suelo o las fuerzas de contracción muscular, que actúan llevando a cabo los momentos pronadores o supinadores sobre el eje de la ASA.



La posición normal del eje de la ASA, a través del eje transversal, pasa sobre el primer metatarsiano. Entonces, en un pie con el eje del ASA medializado, se sitúa en una posición más medial (pronado), y en un pie con eje lateralizado se encuentra más lateral (supinado). Cuando el eje de la ASA está desviado tanto medial como lateralmente en relación a las estructuras de apoyo del pie, las inserciones musculares extrínsecas al eje se ven alteradas, ya que las fuerzas generadas por la contracción muscular producen momentos de fuerza sobre él. Por ejemplo: el tibial posterior, flexor largo del hallux, flexor corto, tríceps sural y tibial anterior, ejercen momentos de desviación cuando se contraen ya que tanto sus inserciones como sus poleas óseas yacen en una posición medial al eje de la ASA. En cambio, los peroneos y el extensor largo de los dedos ejercen momentos de pronación sobre la ASA ya que todos se insertan en una posición lateral al pie.<sup>4</sup>

Por ello, la desviación lateral y medial de la ASA da lugar a una alteración durante los momentos de brazo de palanca de dichos músculos, de esta forma, la desviación medial dará lugar a un aumento de los momentos de los músculos que producen la pronación y una disminución de los que producen la supinación, resultando en un aumento neto de los momentos pronadores y una disminución de los supinadores. Pasaría al contrario si la desviación del eje es lateral.<sup>4</sup>

Tras analizar dicha teoría, observamos como una alteración a nivel muscular afecta directamente sobre el eje de la subastragalina, pudiendo provocar un movimiento excesivo de pronación: la hiperpronación.

### ***3.1.1.3 La pronación e hiperpronación y su función en la marcha.***

La pronación se define como un derrumbamiento del arco plantar del pie hacia la zona interna. Se produce en la articulación subastragalina y es un movimiento fisiológico, normal y necesario de la ASA, para amortiguar el impacto y adaptarse a las irregularidades del terreno.<sup>5</sup> Si no fuese por ello, tendrían que realizar esta función las articulaciones ascendentes, las cuales no están preparadas, afectando así a la mecánica normal de las extremidades inferiores.

Si este movimiento está aumentado, se denomina hiperpronación: definida como un exceso de movimiento “normal” que desestabiliza el pie, por lo que intentará recuperar solidez compensando el movimiento en una articulación próxima (de ahí las alteraciones estructuradas a largo como por ejemplo hallux abductus valgus).<sup>6</sup>



En la marcha, durante el apoyo inicial (contacto de talón) existe un ligero valgo de retropié por naturaleza. En apoyo medio la articulación subastragalina prona hasta su máximo punto que se alcanza en los primeros momentos de esta fase, este pico tiene un rango de 4° a 6° de pronación. A medida que avanza la fase de apoyo medio, el disparo del tendón tibial posterior invierte el conjunto gradualmente hasta llegar a una inversión máxima poco antes de la última fase: el despegue digital.<sup>1</sup> Al mismo tiempo, en un plano trasverso, la pelvis y el muslo rotan internamente durante todo el período de contacto, encontrándose su grado máximo en el apoyo medio. El muslo rota internamente mucho más rápido que la pelvis, de este modo se produce rotación interna en la articulación coxofemoral.<sup>1,6</sup>

Observamos por tanto que, en la fase de apoyo medio, un aumento de la pronación (hiperpronación) va a producir aumento de rotación interna coxofemoral y viceversa. En la práctica clínica no es común este enfoque a la hora de prevenir alteraciones a largo plazo.

Este enfoque puede ser fundamental para prevenir dichas alteraciones, así como para abarcar las disfunciones desde un tratamiento multidisciplinar centrados en englobar todos los posibles factores de riesgo que puedan ocasionar la patología presente o futura.

### **3.1.2 Relación cadera-pie: La rotación interna coxofemoral y la pronación.**

La incapacidad de control de movimiento en los planos frontal y transversal se considera un factor contribuyente a las lesiones de los miembros inferiores. En concreto, la aducción de la cadera, la excesiva rotación interna de la misma, la rotación interna tibial y la pronación del pie, se han relacionado con las lesiones por sobreuso en las extremidades inferiores.<sup>7,8</sup>

Las primeras investigaciones al respecto datan a los años 80, cuando McPill y Knechen en 1985 y Tiberio en 1988, asocian el movimiento del pie-tobillo con el movimiento transversal de la cadera durante la marcha. Concluyen que en la fase de apoyo, la pronosupinación de la articulación subastragalina está directamente relacionada con la rotación interna y externa de cadera.<sup>9,10,11</sup>

Estudios posteriores revelan una ausencia de esta relación cadera-pie. Cabe destacar que utilizaron procedimientos que pueden ser inapropiados para este tipo de estudio, intentaron demostrar una relación de movimiento (retropié y cadera) considerando



el pie como una estructura rígida para hacer frente al movimiento del retropié, lo cual parece un tanto paradójico.<sup>12,13</sup>

Hallazgos experimentales recientes sugieren de nuevo esta interdependencia entre el retropié y la mecánica de la cadera durante la marcha, donde un movimiento de pronación ocasiona aumentos de la rotación interna de cadera.<sup>14</sup> Snyder et al en 2009, llegan a la conclusión de que un fortalecimiento de los músculos rotadores externos de cadera disminuye la eversión del retropié en pacientes con “pie normal”.<sup>15</sup>

De forma paralela, el autor Léopold Busquets, en su libro *“Las cadenas fisiológicas”*, establece que los miembros inferiores están atravesados por cinco cadenas musculares. Éstas empiezan en la pelvis y son: cadena estática lateral, cadena de flexión, cadena de extensión, cadena de apertura y cadena de cierre. Si alguna de estas se encuentra sobreprogramada (aumento de tono considerable y mantenido en el tiempo), manifestará cambios a nivel estático y consecuentemente dinámico, el cual predispondrá al individuo a lesión por la inhibición de la cadena antagonista.<sup>16</sup>

La cadena de cierre en el miembro inferior, se inicia en la cara interna del muslo con dirección a la línea media donde cruza la rótula y continúa por los peroneos descendiendo por la parte externa del pie hasta el cuboideos, ahí cruza la planta del pie para finalizar en el primer dedo. Si esta cadena está sobreprogramada provoca un cierre ilíaco, esto es un movimiento hacia adentro, atrás y arriba de la cresta y movimiento hacia fuera, adelante y abajo del pubis sobre un eje oblicuo que va desde la sacroilíaca hasta el pubis. Como consecuencia de este cierre, todo el miembro inferior se colocará en posición de cierre, donde la cavidad cotiloidea se moverá hacia afuera y arriba modificando la posición del fémur en el espacio, el cual causará compensaciones en todo miembro inferior:<sup>16</sup>

- Adducción femoral
- Rotación interna femoral
- Rotación interna tibial
- Pronación del pie

Esta teoría explicaría como la modificación de la arquitectura del miembro inferior desde nivel proximal, acentuará la hiperpronación del pie, provocando a largo plazo patología estructurada en éste.





Parece evidente la relación tanto estática como dinámica entre la cadera y el pie, cualquier alteración a nivel postural, muscular o por alteración de ejes tendrá un impacto en la mecánica de ambos. Es un campo muy poco estudiado en el cual se debe hacer hincapié, sobre todo para la prevención de lesiones a largo plazo.

### **3.1.3 Programa de ejercicios**

Tras analizar la mecánica de la cadera-pie, nos planteamos la hipótesis de que si fortalecemos y mejoramos el control motor de los abductores y rotadores externos de cadera con ejercicios funcionales, en sujetos que presentan una hiperpronación, ayudaremos a mejorar el movimiento en plano frontal y transversal de la extremidad inferior durante la marcha, y como consecuencia, obtendremos mejoras en los desplazamientos compensatorios a nivel distal (la pronación de la ASA).

La herramienta seleccionada para demostrar esta hipótesis es el ejercicio terapéutico. Esta herramienta es de las más empleadas en fisioterapia y su eficacia está ampliamente demostrada.

La secuencia de ejercicios que seguiremos aparece reflejada en el artículo de Baldon et al de 2014. En su trabajo están dirigidos a pacientes con dolor por síndrome femoropatelar (PFPS), y como resultado obtienen una mejora significativa sintomática y funcional (la más relevante para nosotros).<sup>11</sup>

La duración del programa será de 8 semanas, empezando con ejercicios más específicos y llegando a los más complicados y funcionales. Todas las sesiones serán supervisadas por dos fisioterapeutas, y se realizarán con la visualización del participante en un espejo, consideramos este punto importante para ganar feedback.<sup>19</sup>

## **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

En mis cinco años de experiencia clínica, una gran parte de las consultas son por causa de deformidades, entre ellas, destaca el hallux abductus valgus (HAV), con 37.1%-43.8% de casos en pacientes mayores de 65 años.<sup>20</sup>



Esta alteración estructurada, entre otras, tiene un origen común anterior a la deformidad, se trata de una alteración en la mecánica de la marcha: la hiperpronación en la fase de medio apoyo que mantenido en el tiempo causará deformidades como compensación.<sup>20,21</sup>

Para ello, a nivel podológico, se busca la prevención de estas futuras deformidades con la colocación de una ortesis plantar, llevando el pie en una posición “normalizada”.

A su vez, desde la Fisioterapia se busca aumentar la fuerza en los músculos que ayudan a la supinación: tibial posterior (TP), flexor largo del hallux (FLH), flexor corto del hallux (FCH), tríceps sural y tibial anterior (TA).

Ambos llevan la misma dirección de tratamiento: buscar la elevación del ALI y conseguir una posición más estabilizada de la ASA, de esta forma prevenimos la posible deformidad compensatoria.

Estos tratamientos convencionales, con un enfoque analítico, tratan posibles compensaciones, en lugar de llegar al origen o englobar todos los factores de riesgo posibles para un tratamiento óptimo.

Hoy en día no existe evidencia de que las ortesis plantares produzcan cambios a nivel neuro-mio-fisiológico, solo se sabe que mantienen la estructura en una posición menos estresante para los tejidos, por lo que de forma simplista, funciona como las gafas, en el momento de retirarla el pie vuelve a su posición inicial.<sup>22</sup>

Por otro lado, en el tratamiento de fortalecimiento de los supinadores de la ASA, quizás su error radica en realizarlos de manera aislada y sin la visión global de la cadena lesional tan importante, ya que es en la marcha cuando se ponen en juego los mecanismos compensatorios.

Algunos estudios han afirmado que la disfunción de los músculos de la cadera está relacionada con los patrones de movimiento a nivel distal, y que ésta es una posible causa de lesiones como esguinces de tobillo de repetición, síndrome femoropatelar (PFPS), lesión de cruzado anterior, entre otros. Estos estudios biomecánicos apoyan la teoría de que los abductores y rotadores externos de cadera juegan un papel crítico en el control de la



posición de toda la extremidad inferior en el plano frontal y transversal durante el apoyo de una sola pierna.<sup>15,22,23</sup>

Con el estudio de investigación que proponemos, se pretende evaluar la eficacia de un protocolo de ejercicio terapéutico centrado en el fortalecimiento y control motor de los abductores y rotadores externos de cadera, para disminuir la hiperpronación en la fase de apoyo medio de la marcha. De este modo, en el caso de evidenciar buenos resultados, se dará importancia a la valoración de la cadera en problemas de pie y viceversa, y se fomentará el uso de estos ejercicios como medida preventiva en pacientes con hiperpronación, subsanando las deformidades estructurales a largo plazo.

La intervención, es fácil de reproducir en domicilio después de un seguimiento de aprendizaje por el fisioterapeuta, por lo que se reducirán futuros costos.

A su vez, se reducirán gastos en disminución de cirugías por las deformidades compensatorias en antepié y retropié, se minorara la fabricación de ortesis plantares, y posiblemente se mermarán los desgastes por sobreuso producido por una mala mecánica en miembros inferiores.

“Lo importante no es imponer al cuerpo una estrategia de tratamiento, sino comprender, “desfragmentar” el programa que no funciona correctamente con el objetivo de devolver su rendimiento”.<sup>16</sup>



## 4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 4.1 HIPÓTESIS

#### 4.1.1 Hipótesis nula( $H_0$ )

El ejercicio terapéutico enfocado en el fortalecimiento-control motor de los abductores y rotadores externos de cadera NO provoca cambios en el momento de supinación de la subastragalina en la fase de medio apoyo de la marcha, en sujetos con hiperpronación.

#### 4.1.2 Hipótesis alternativa( $H_1$ )

El ejercicio terapéutico enfocado en el fortalecimiento-control motor de los abductores y rotadores externos de cadera provoca cambios en el momento de supinación de la subastragalina en la fase de medio apoyo de la marcha, en sujetos con hiperpronación.

### 4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación será formulada atendiendo a sus cuatro componentes básicos mediante una sencilla nemotecnia descrita por el doctor Mark Ebell, profesor de la universidad de Michigan y editor de "The Journal of Family Practice". En efecto, los cuatro componentes de la estructura de la pregunta se resumen en el acrónimo PICO:<sup>18</sup>

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (*Patient*): Hiperpronación en fase de medio apoyo de la marcha.
- Intervención (*Intervention*): Fortalecimiento y control motor de los rotadores externos de cadera y abductores.
- Comparación (*Comparison*): con un grupo control.
- Resultado (*Outcome*): Disminución de la hiperpronación.

**¿Un programa de ejercicio terapéutico centrado en el fortalecimiento-control motor de los abductores y rotadores externos de cadera mejora de forma significativa la hiperpronación en la fase de medio apoyo de la marcha en comparación con un grupo control?**



## 4.3 OBJETIVOS

### 4.3.1 General

Determinar la eficacia y seguridad de un programa de ejercicio terapéutico para la disminución de la pronación de la subastragalina en el apoyo medio de la marcha, en pacientes con hiperpronación.

### 4.3.2 Específicos

- ✓ Determinar la existencia de alteraciones funcionales de abductores y rotadores externos de cadera en pacientes con hiperpronación.
- ✓ Determinar la existencia de cambios en la disminución de la pronación de la subastragalina en estática.



## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para localizar la información científica sobre el tema de estudio anteriormente descrito, se realiza una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ámbito sanitario. Dicha búsqueda se realiza en Abril 2016.

- PUBMED NCBI
- PEDRO
- DIALNET
- ENFISPO

Se limitó en algunas de estas bases de datos el idioma (castellano e inglés), estudios en seres humanos, y la búsqueda en título y resumen. Las palabras clave empleadas en la búsqueda fueron foot, feet, pronation, hyperpronation, hip, coxa, exercise therapies, Se emplearon los operadores booleanos AND, OR y NOT.

A mayores se revisó la literatura disponible en la biblioteca del campus de Oza y en el repositorio institucional de la UDC.

### 5.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

El proyecto se llevará a cabo en uno de los laboratorios de la Facultad de Fisioterapia de la Universidade da Coruña (UDC).

Los sujetos de estudio serán estudiantes del campus de Oza de la UDC, de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y 25 años, que deseen participar de forma voluntaria en este proyecto.

### 5.3 PERÍODO DE ESTUDIO

La investigación se llevará a cabo entre Abril del 2016 y Abril del 2018. La previsión para la ejecución de este proyecto es de dos años. El plan de trabajo diseñado para este estudio aparece detallado en el apartado 6.



## 5.4 TIPO DE ESTUDIO

El diseño más adecuado para dar respuesta a nuestra pregunta de investigación es un estudio experimental de tipo **ensayo clínico aleatorizado controlado y abierto**.<sup>25,26,27</sup>

Será controlado, mediante un grupo control, y aleatorizado dado que la selección y distribución de los participantes en los grupos se hará de forma aleatoria.

El fisioterapeuta que realiza las mediciones de las variables dependientes, tanto al inicio como al final de la intervención, será ciego, de esta manera reduciremos el sesgo de medición.

## 5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

### 5.5.1 Criterios de inclusión

- Individuos con hiperpronación medidos con IFP-6 y NDT
- Edades comprendidas entre los 18 y 25 años.
- Sujetos que presenten un índice de masa corporal inferior a 30 Kg/m<sup>2</sup>.
- Participar de forma voluntaria y firmar el consentimiento informado.

### 5.5.2 Criterios de exclusión

- Individuos con patología estructurada en cadera y pies.
- Antecedentes de fracturas y/o procesos quirúrgicos a nivel miembro inferior.
- Presentar sintomatología lumbo-pélvica y/o miembro inferiores en período de estudio.
- Utilización anterior de ortesis plantares.
- Mujeres embarazadas.



## 5.6 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Dado que no existe un estudio similar que podamos tomar de referencia para consultar la desviación estándar, necesaria para el cálculo del tamaño muestral, se realizará un estudio piloto previo con 12 sujetos al objeto de obtener dicho dato. Esto nos permitirá calcular el número de sujetos óptimo que deberíamos incorporar en cada uno de los grupos.

Posteriormente a este piloto se realizará el cálculo del tamaño muestral empleando la calculadora Granmo, proporcionada por el Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas (IMIM), en la opción de comparación de 2 medias independientes.<sup>28</sup>

Se aceptará un riesgo alfa ( $\alpha$ ) de 0.05 (nivel de confianza del 95%) y un riesgo beta ( $\beta$ ) de 0.2 (poder estadístico del 80%), con un planteamiento bilateral, y se estimará una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%.

## 5.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se informará acerca de este trabajo a los estudiantes del Campus de Oza a través de charlas y vía correo electrónico.

La selección y posterior distribución, en cada uno de los grupos, de los participantes en el estudio se realizará a través de un **muestreo aleatorio simple**. Se otorga así la misma probabilidad de ser incluidos en uno u otro grupo a cada uno de los componentes de la muestra, reduciendo las posibilidades de sesgo de selección.<sup>25,26</sup>

Para la **aleatorización** se utilizarán secuencias numéricas generadas mediante el software estadístico EPIDAT 4.2. Se llevará a cabo además una estratificación por sexo.

Los sujetos que libre y voluntariamente decidan participar en el estudio serán distribuidos en estos 2 grupos de la forma anteriormente mencionada:

Un grupo de intervención, que realizará un programa de ejercicio terapéutico centrado en fortalecimiento y control-motor de los rotadores externos y abductores de cadera a lo largo de 8 semanas, realizando tres sesiones supervisadas por semana, y separadas por al menos 24 horas (dependiendo de la disponibilidad del participante). El programa está disponible en el apartado 5.9.2. Realizaremos una medición con el Podia XP-





Análisis videogoniométrico y pasaremos el test Y Balance test, ambos antes y después de la misma intervención.

Un grupo control que sólo será sometido a la exploración inicial y una segunda medición final con Análisis videogoniométrico, NDT, FPI.6 y el test Y Balance test tras las 8 semanas.

## 5.8 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

Las variables de estudio analizadas en este proyecto de investigación serán las descritas en la Tabla II:

**Tabla I. Síntesis de las variables de estudio**

<b>Variables independientes</b>	<b>Valor</b>
<b>Datos sociodemográficos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Edad (años)</li><li>• Sexo (Hombre/Mujer)</li></ul>
<b>Variables antropométricas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peso (kg.)</li><li>• Talla (m.)</li><li>• IMC (kg/m<sup>2</sup>)</li></ul>
<b>Variable grupo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grupo Intervención</li><li>• Grupo control</li></ul>
<b>Variables dependientes</b>	<b>Valor</b>
<b>Variable Hiperpronación dinámica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grados</li></ul>
<b>Variable Hiperpronación NDT</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grados</li></ul>
<b>Variable Hiperpronación FPI-6</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grados</li></ul>
<b>Variable alteración control motor cadera.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cm</li></ul>



Asimismo, en la Tabla II. Materiales y métodos empleados para medir las variables se recogen los diferentes métodos y materiales empleados durante el registro de las variables descritas:

**Tabla II. Materiales y métodos empleados para medir las variables**

<b>Variables independientes</b>	<b>Material y método</b>
<b>Datos sociodemográficos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entrevista</li></ul>
<b>Variables antropométricas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Báscula</li><li>• Estadímetro</li><li>• Calculadora</li></ul>
<b>Variable grupo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Software estadístico</li></ul>
<b>Variables dependientes</b>	<b>Material y método</b>
<b>Variable Hiperpronación dinámica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Podia XP- Análisis videogoniométrico</li></ul>
<b>Variable Hiperpronación NDT</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Navicular Drop Test</li></ul>
<b>Variable Hiperpronación FPI-6</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Foot Postural Index -6</li></ul>
<b>Variable alteración control motor cadera.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Y Balance test</li></ul>



## 5.9 MEDICIONES E INTERVENCIÓN

### 5.9.1 Valoración inicial

En la primera sesión todos los participantes reciben en primer lugar la hoja informativa del proyecto (Anexo I) y a continuación firman, si están totalmente de acuerdo, su consentimiento informado (Anexo II), especificando que participan en el estudio de forma libre y voluntaria.

A continuación, se recogen todas las variables independientes registrándolas en una ficha de valoración (Anexo III).

Para comprobar si el participante cumple todos los criterios de inclusión, realizaremos 2 pruebas al objeto de determinar si el individuo presenta **HIPERPRONACIÓN**:

#### 1. Test del descenso del navicular (Navicular drop test)

Descrita por primera vez por Brody(1982), que lo utilizó en la evaluación de la cantidad de pronación en el pie de un corredor en medición estática. Dado que es pionero, el protocolo de la medición de NDT para el estudio se basa en su descripción; además, investigadores posteriores también han tomado esta prueba como referencia.

En recientes estudios los valores medios entre adultos sanos oscilan de 3,6 a 8,1 mm., en la versión original de la prueba, y de 7,3 a 9,0mm., en la versión modificada. Brody, Beckett y Mueller sugirieron 15, 13 y 10 mm., respectivamente, como límite superior para una caída del navicular normal, mostrando de moderada a buena fiabilidad en comparación con el examen de rayos X.<sup>29,30</sup>

Brody reportó valores de 10 mm. como normalidad y mayores de 15 como anormal. Otro estudio sobre individuos con y sin lesiones de las extremidades inferiores llegó a conclusión de que un NDT de 6-9 mm. se considera que está dentro del rango normal y que un NDT mayor de 10, se considera anormal.<sup>29,30</sup>

Después de analizar todos los artículos, la decisión ha sido tomar de referencia como normalidad valores inferiores a 10 mm. y de anormalidad los que estuvieran por encima de dicho valor, como describió Mueller.



La prueba la realizaremos de esta manera:<sup>30</sup>

- 1º. Ponemos al **paciente en sedestación**.
- 2º. Marcamos el tubérculo más prominente del navicular. (Imagen 2)
- 3º. Buscamos la **posición neutra de la subastragalina**, colocando el astrágalo en posición neutra, es decir, palpando la cabeza tanto en la zona medial como en la zona lateral. (Imagen 3)
- 4º. Colocamos el marcador al lado del pie, y **marcamos la altura del Navicular**.(Imagen 4)
- 5º. Le decimos al paciente que se levante y deje el **pie en carga total**.
- 6º. Colocamos el marcador al lado del pie y marcamos la altura. (Imagen 5)
- 7º. Colocamos **una regla y medimos la diferencia entre los dos puntos**, para comprobar si la caída que tiene dicho navicular, está dentro de los valores de normalidad o es patológico.



Imagen 2. Marcamos tubérculo navicular



Imagen 3. Posición neutra ASA



Imagen 4. Marcar altura navicular sedestación



Imagen 5. Marcar altura navicular bipedestación

## 2. Índice de Postura del Pie-6 (Foot Posture Index-6)

Es una herramienta clínica diagnóstica, cuya finalidad es cuantificar el grado de posición neutra, pronada o supinada del pie.

El Índice de Postura del Pie se valora en carga de acuerdo a unos criterios predefinidos, que se desarrollarán a continuación. El FPI se elaboró inicialmente con ocho criterios, los cuales durante el proceso de validación fueron redefinidos a la versión de seis criterios.<sup>31</sup>

Todas las valoraciones se realizan con el sujeto en bipedestación en posición relajada, con la base de sustentación y el ángulo de progresión en estática y apoyo bipodal. Esta postura en bipedestación se asemeja a la posición aproximada a la que el pie funciona durante el ciclo de la marcha.

El método de puntuación de los criterios del FPI se realizó por medio de la observación y experiencias de los profesionales. Todas las observaciones o valoraciones similares a neutras se graduaron como cero, mientras que las posturas en pronación se graduaron en valores positivos y las supinadas en negativo.



Cuando se combinan los valores, el resultado de la suma proporciona un índice de la postura global del pie. Un valor alto en positivo indica la postura pronada del pie, al contrario, un resultado significativamente negativo indica una posición global en supinación, mientras que el pie neutro tendrá un valor del FPI cercano a cero. Aunque las mediciones se hacen en apoyo bipodal cada criterio debe ser valorado de forma independiente.

Los seis criterios clínicos empleados en el IPP son:

- a) Palpación de la cabeza del astrágalo.
- b) Curvatura supra e inframaleolar lateral.
- c) Posición del calcáneo en el plano frontal.
- d) Prominencia de la región talo navicular.
- e) Congruencia del arco longitudinal interno.
- f) Abducción \ aducción del antepié respecto al retropié.

Cada uno de los criterios debe ser graduado de forma ordinal simple, como 0 el neutro, con una valoración mínima de -2 con claros signos de supinación y un +2 con claro signos de pronación. Aunque los criterios se encuentran bien delimitados, en el caso de existir dudas a la hora de valorar algún criterio siempre debe graduarse de la forma más conservadora.<sup>31</sup>

El resultado final en el FPI-6:

→ -12 = Muy supinado.

→ 0 = Neutro.

→ + 12 = Muy pronado.

En el Anexo IV, observamos las fotos del test y las tablas para la recogida de los datos.

Una vez comprobamos si el sujeto presenta una hiperpronación, a continuación realizaremos una serie de pruebas, con el objetivo de determinar si existe una **deformidad estructural en cadera o pie**:

#### 1. Test de Ryder

Descrito por Ruwe et al en 1992:



- 1º. Paciente decúbito prono sobre la camilla con caderas extendidas y rodillas flexionadas a 90 grados.
- 2º. El examinador se coloca de pie al lado contralateral a evaluar, palpa trocánter mayor, mientras que internamente rota la cadera.
- 3º. El punto en el que la prominencia máxima del trocánter mayor se palpó indicó que el cuello del fémur era paralelo al suelo.
- 4º. Los ángulos obtenidos entre el eje de la bisectriz de la tibia y la vertical verdadera representan el ángulo de anteversión femoral.<sup>34</sup>

## 2. Test posición neutra de la subastragalina y relación antepié-retropié

Para valorar la *posición neutra de la ASA*:

- 1º. Paciente en decúbito prono con pies fuera de camilla.
- 2º. Marcamos la bisectriz del tercio distal de la tibia y el calcáneo.
- 3º. Colocamos la ASA neutra pinzando el cuello del astrágalo en el dorso del pie y con la otra mano se realizan movimientos de pronosupinación hasta notar que la cabeza del astrágalo no hace relieve ni hacia medial ni lateral, buscando la máxima congruencia entre astrágalo y escafoides.
- 4º. Se realiza una flexión dorsal sobre la cabeza del 5 metatarsiano con finalidad de bloquear la columna externa.

Para cuantificar la PNASA se coloca el fulcro del goniómetro en el tendón de Aquiles, un brazo sobre la bisectriz de la pierna y el otro sobre la bisectriz del calcáneo. Cuando el explorador coloca el asa en posición neutra, ésta puede estar en una PNASA de 0º puede estar en valgo o varo, debiendo cuantificarse los grados.<sup>34</sup>

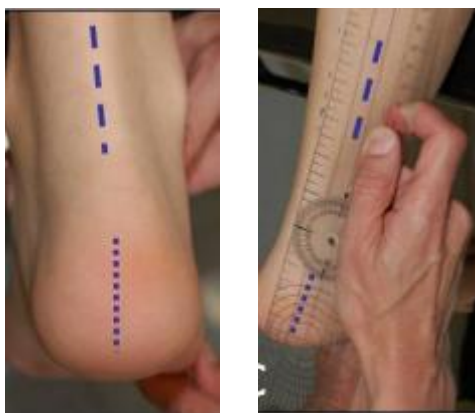


Imagen 6. Cuantificación varo-valgo de retropié<sup>34</sup>



*Cuantificación de la relación antepié-retropié:* en condiciones normales el plano perpendicular al retropié y en plano tangente al antepié deben ser paralelos, lo que se considera posición neutra ( $0^{\circ}$ ) del antepié, pero también puede orientarse en antepié valgo o en varo respecto al retropié. Para su valoración:

- 1º. Partimos de la posición anterior tanto de paciente como de maniobra de PNASA y valoramos la relación del plano frontal del retropié respecto al plano frontal del antepié, formado por una línea que une la cabeza del 1º metatarsiano y la cabeza del 5º metatarsiano.
- 2º. Cuando la posición es neutra, la línea es paralela.
- 3º. Cuando está la línea elevada en la 1º cabeza metatarsa: antepié varo.
- 4º. Cuando la cabeza del primer metatarsiano desciende más: antepié valgo.<sup>32</sup>

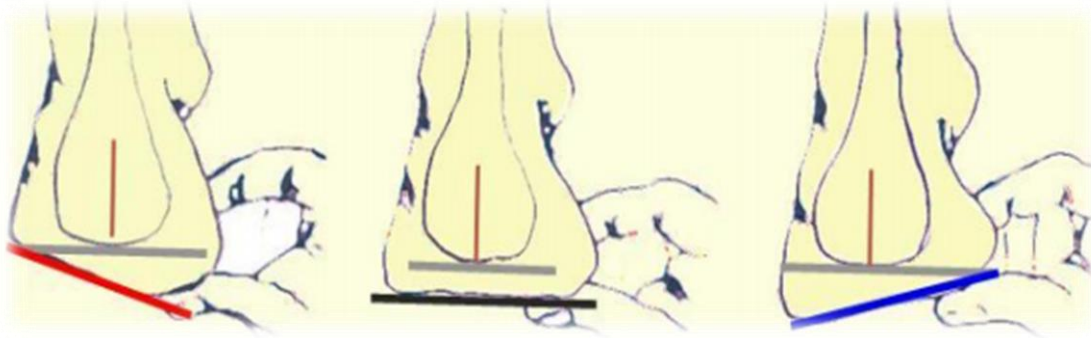


Imagen 7. Valoración antepié<sup>34</sup>

Por último, una vez comprobado que los sujetos cumplen los criterios de selección, pasaremos un test para valorar la posible alteración neuromuscular de la cadera, “Y balance test”, y recogeremos información con el “Podia XP-Análisis videogoniométrico” para la cuantificación de la hiperpronación en la fase de medio apoyo de la marcha.

#### 1. Y Test de equilibrio (Y Balance Test):

El YBT, está desarrollado a partir del Star Excursion Balance Test (SEBT), que ha sido utilizado como una herramienta de valoración fiable y utilizado en multitud de investigaciones. El protocolo de medición fue desarrollado por Plisky en 2008, desarrollando un método rápido y fácil y con una fiabilidad excelente inter e intra-observador.<sup>35,36</sup>

##### 1º. Consideraciones Previas:

- a. El test se realiza descalzo.
- b. La persona se sitúa en apoyo unipodal sobre la plataforma detrás de la línea roja.(Imagen 9)





- c. Realizar 6 intentos en cada una de las 3 direcciones antes de empezar con el test.
- 2º. Se permite el movimiento controlado del pie de apoyo sin levantarlo.
- 3º. Se permite el movimiento controlado del cuerpo.
- 4º. Se descarta y se repite si ocurre:
  - a. Caída de la plataforma o apoyarse con el pie para no perder el equilibrio en la fase inicial.
  - b. Apoyarse en el indicador.
  - c. Perder el control durante la vuelta a la posición inicial.
- 5º. Se mide la máxima distancia alcanzada. Dirección: (media de 3 intentos)
  - a. Anterior: 1º apoyo pierna derecha, 2º apoyo pierna izquierda.(Imagen 10)
  - b. Postero-medial: 1º apoyo pierna derecha, 2º apoyo pierna izquierda. (Imagen 12)
  - c. Postero-lateral: 1º apoyo pierna derecha, 2º apoyo pierna izquierda. (Imagen 11)

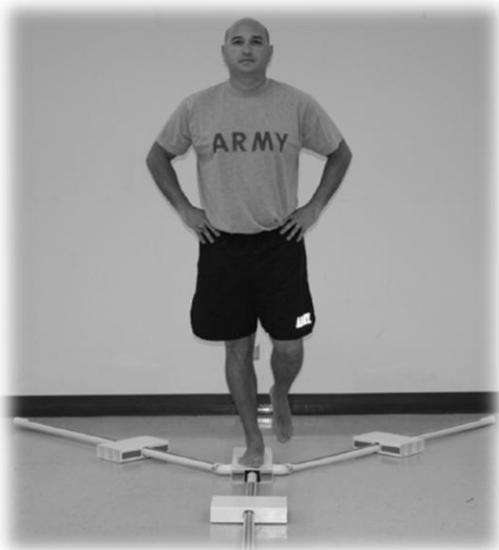


Imagen 9. Apoyo unipodal detrás línea roja.<sup>36</sup>

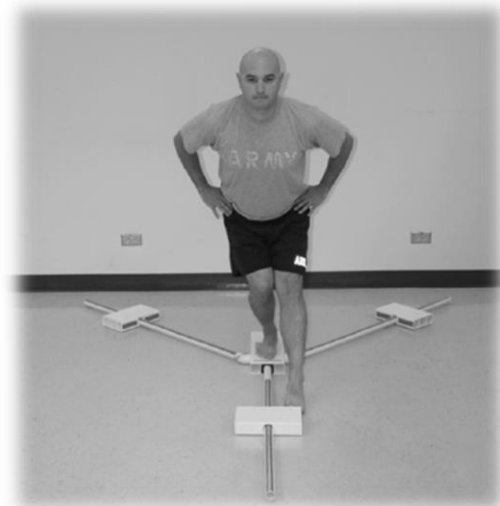


Imagen 8. Dirección anterior.<sup>36</sup>



Imagen 10. Dirección postero-lateral.<sup>36</sup>

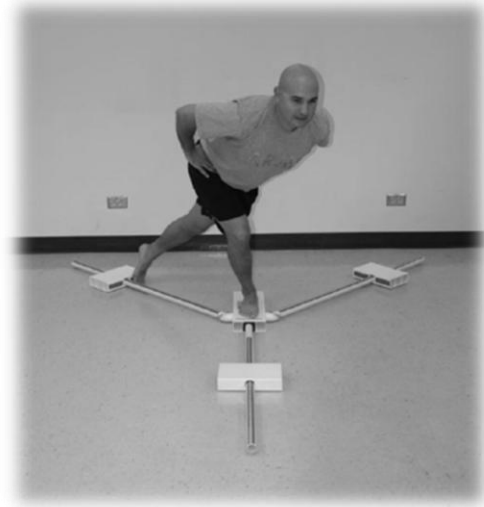


Imagen 11. Dirección postero-medial.<sup>36</sup>

Los valores que indican normalidad son:<sup>35</sup>

- Dirección anterior: Mujeres  $70,3 \pm 3,9$  cm y en hombres  $73,3 \pm 7,0$  cm.
- Dirección postero-lateral: Mujeres  $92,6 \pm 8,0$  cm y en hombres  $105,2 \pm 10,3$  cm.
- Dirección postero-medial: Mujeres  $93,3 \pm 7,3$  cm y en hombres  $105,6 \pm 7,8$  cm.

## 2. Podia XP- Análisis videogoniométrico.

Se trata de un instrumento novedoso que realiza captaciones video-gráficas de la marcha desde una visión postero-medial; siendo capaz de distinguir los movimientos de prono-supinación de cada una de sus fases. Por ello, elegimos esta prueba como pieza importante en nuestro estudio, ya que no existe otra herramienta de captación dinámica.

1º. Se coloca el pie en posición neutra de la ASA y colocamos los detectores automáticos de la pronación- supinación (Imagen 6) en:

- a. Bisectriz de la tibia (2 calcáneo y 2 superiores).
- b. Punto más prominente del navicular.
- c. Lateral de la cabeza del primer metatarsiano.
- d. Inicio posterior del ALI.

2º. Se realiza una captación informatizada del ángulo del ALI en carga estática. (Imagen 8)

3º. Se realiza captación informatizada del ángulo tibia-retropié.



- 4º. Se realiza una marcha normal en la cinta y el programa capta todas las fases de la marcha registrando el comportamiento del pie a la prono-supinación. (Imagen 7)
- 5º. Resultados: Apuntaremos la medición de la pronación en la fase 2, la cual hace referencia al apoyo medio de la marcha. En el Anexo 5, tenemos disponible un ejemplo del resultado.



Imagen 12 Colocación detectores automáticos.

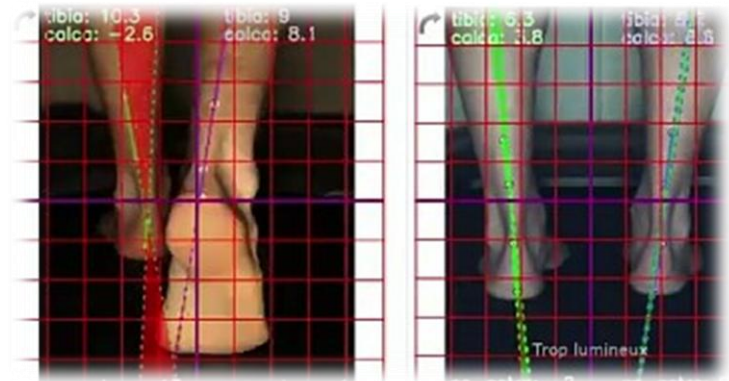


Imagen 13. Comportamiento en marcha

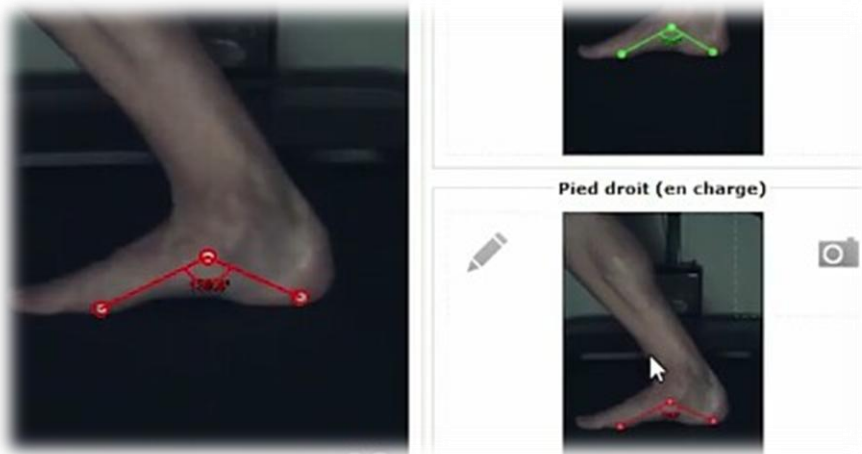


Imagen 14. Captación informatizada del ALI.

### **5.9.2 Descripción grupo intervención**

Tras la sesión inicial puramente de valoración, los sujetos del grupo de intervención realizarán un programa de ejercicio terapéutico guiado por un fisioterapeuta.



El programa se realizará 3 veces por semana con al menos 24 horas entre sesiones, hasta completar un total de 24 sesiones. Las primeras semanas la duración será de 30 min aproximadamente, llegando a ser de una hora para las semanas de 3 a 8.

Se realizarán grupos de 6 personas, que acudirán a las mismas horas durante toda la intervención. Se distribuirán según disponibilidad. En cada sesión el individuo realizará el programa que exponemos a continuación, las fotos para su visualización están disponibles en el anexo VI:

**Tabla III. Programa de ejercicio terapéutico.**<sup>17</sup>

<b>Semana 1 a 2</b>	<b>1. Activación transverso del abdomen y el entrenamiento de los músculos multifidos</b>	-5 repeticiones con 20 segundos cocontracción isométrica -Progresión de ejercicios: Aumento de 5 segundos de contracción
	<b>2. Abducción, rotación externa y extensión de cadera en decúbito lateral.</b>	-2 series de 20 repeticiones con 5 segundos de contracción isométrica -Resistencia: peso de tobillo -Carga inicial: 20% de la progresión 1RM -Ejercicio: aumento de 0,5kg
	<b>3. Abducción y rotación externa de cadera con ligera flexión de la rodilla y de cadera en decúbito lateral</b>	-2 series de 20 repeticiones, con 5 segundos de contracción isométrica -Resistencia: banda elástica -Carga inicial;: 2 niveles de resistencia inferior a 1RM -Progresión de ejercicios: el aumento de 1 nivel de resistencia elástica
	<b>4. Single-leg de pie en una plataforma inestable.</b>	-3 series de 30 segundos -Enfatizar en la flexión de la cadera y que el tronco se incline hacia adelante -Estimular la cocontracción del transverso del abdomen y multifidos



	<b>5. Puente lateral (A) y el puente ventral (B).</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 3 series de 30 segundos</li><li>-Progresión del ejercicio: aumento 5 segundo retención</li><li>- Los ejercicios realizados apoyando rodillas en suelo ( no imagen)</li></ul>
<b>Semana 3 a 5</b>	<b>1.Puente lateral (A) y el puente ventral (B).</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-3 series de 45 a 60 segundos</li><li>-Progresión del ejercicio: el aumento 5 segundo retención</li><li>-Los ejercicios se realizan con el apoyo del pie</li></ul>
	<b>2. Isométricos de abducción y rotación externa de cadera en bipedestación.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-3 series de 12 repeticiones</li><li>-Resistencia: Peso en tobillo</li><li>-Carga inicial 10% de masa corporal de progresión</li><li>-Ejercicio : aumentar 5% de la masa corporal inicial</li></ul>
	<b>3.Caída pélvica en bipedestación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-3 series de 12 repeticiones</li><li>-Resistencia: peso en tobillo</li><li>-Peso inicial: 75% de 1RM</li><li>-Progresión de ejercicio: incremento de 1 o 2 Kg</li></ul>
	<b>4.Abducción, rotación externa y extensión de cadera en decúbito lateral.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-3 series de 12 repeticiones</li><li>-Carga inicial 75% de la progresión de 1RM</li><li>-Ejercicio: aumento de 0,5 kg</li></ul>
	<b>5.Abducción y rotación externa de cadera con ligera flexión de la rodilla y de cadera en decúbito lateral.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-3 series de 12 repeticiones</li><li>-Carga inicial: 1 nivel de resistencia elástica inferior a 1 RM</li><li>-Progresión de ejercicios: el aumento de 1</li></ul>



		nivel de resistencia elástica
	<b>6.Rotación externa de cadera en cadena cinética cerrada</b>	-3 series de 12 repeticiones -Resistencia : banda elástica -Carga inicial: 1 nivel de resistencia elástica inferior a 1 RM
	<b>7.Peso muerto de una pierna</b>	-3 series de 12 repeticiones -Resistencia: banda elástica -Carga inicial: 1 nivel de resistencia elástica inferior a 1 RM -Progresión de ejercicios: el aumento de un nivel de resistencia elástica
	<b>8.Single-leg de pie en una plataforma inestable</b>	-Igual a la semana de 1 a 2 -Perturbación externa con balón medicinal enfatizando en realizar excéntricos de abductor de la cadera y contracción muscular de los rotadores externos.
<b>Semana 6 a 8</b>	<b>1.Isométricos de abducción y rotación externa de cadera en bipedestación</b>	-Igual que semanas de 3 a 5
	<b>2.Caída pélvica en bipedestación</b>	Igual a la semanas de 3 a 5
	<b>3.Abducción, rotación externa y extensión de cadera en decúbito lateral</b>	Igual a las semana de 3 a 5
	<b>4.Abducción y rotación externa de cadera con ligera flexión de la rodilla y de cadera en decúbito lateral</b>	Igual a la semana de 3 a 5
	<b>5.Peso muerto de una pierna</b>	-Igual que de 3 a 5 , -Realizado ejercicios delante del espejo con resistencia elástica alrededor de la



		rodilla del miembro de apoyo para fomentar la abducción de la cadera y la rotación externa.
	<b>6.Sentadilla unipodal</b>	-3 series de 12 repeticiones  -No hay carga  -Ejercicio realizado delante del espejo con resistencia elástica alrededor de la rodilla del miembro de apoyo para fomentar la abducción de la cadera y la rotación externa.  -Se incentiva la flexión de la cadera y que el tronco se incline hacia adelante.
	<b>7.Lunge hacia adelante</b>	-3 series de 12 repeticiones  -No hay carga  -Ejercicio se realiza delante del espejo con resistencia elástica alrededor de la rodilla de la extremidad anterior para fomentar la abducción de la cadera y la rotación externa  -Destacar la flexión de la cadera y que el tronco se incline hacia adelante
	<b>8.Single-leg de pie en una plataforma inestable</b>	Igual que las semanas de 3 a 5

### **5.9.3 Descripción grupo control**

El grupo control no realizará ningún tipo de entrenamiento ni de terapia. Únicamente realizarán todas las mediciones descritas en la sesión inicial y, transcurrido el tiempo correspondiente, en una sesión final.

Se instará a los participantes a continuar con su rutina habitual, para no sesgar los resultados.



#### **5.9.4 Valoración final**

Tras ocho semanas, se cita a los participantes para realizar las últimas mediciones. Se llevará a cabo de nuevo las dos pruebas anteriormente descritas para valorar la hiperpronación de forma estática: NDT Y FPI-6, la medición de la hiperpronación en la fase de medio apoyo de la marcha con “Podia-XP-Análisis videogoniométrico” y la valoración de la funcionalidad de cadera con el test “Y balance test”.

### **5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS**

Para el análisis estadístico de los datos emplearemos 2 software específicos, el SPSS 23 y el R Commander 2.0-1.

En primer lugar realizaremos una caracterización de la muestra, diferenciando grupo control e intervención, a través de los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas (media, DE, mínimo, máximo, mediana) y de las variables cualitativas (medidas de frecuencia).

A continuación comprobaremos si las variables métricas siguen una distribución normal con el objetivo de determinar si deberíamos optar por pruebas paramétricas o no paramétricas durante el análisis. Para ello emplearemos pruebas gráficas (histograma, gráfico Q-Q) y 2 pruebas estadísticas, el test de Shapiro-Wilk y el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors.

Una vez comprobada la normalidad o no normalidad de las variables, analizaremos si las variables que caracterizan a la muestra de cada grupo son homogéneas, comparando las variables edad, variables antropométricas y las variables hiperpronación en la medición inicial, a través de un test t de student para muestras independientes (prueba paramétrica) o a través de un test U de Mann-Whitney (prueba no paramétrica).

Suponiendo entonces que ambas muestras sean homogéneas, y por tanto comparables, procederíamos a realizar una comparación de medias analizando si hay diferencias significativas en la pronación de la ASA en el apoyo medio de la marcha entre ambos grupos, en la medición final, utilizando las pruebas estadísticas mencionadas en el párrafo anterior.





Finalmente realizaremos un test t de student para muestras relacionadas (prueba paramétrica) o un test de Wilcoxon (prueba no paramétrica) para evidenciar si se produce una mejora significativa de la pronación en cada uno de los grupos con respecto a la medición inicial.

## **5.11 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

A continuación se describen los posibles sesgos que pueden surgir durante el estudio, así como las medidas llevadas a cabo para intentar minimizarlos.

### **5.11.1 Sesgo de selección**

Sesgo derivado de la obtención de sujetos para el estudio. Para minimizar este sesgo, todos los estudiantes son invitados a través de los mismos medios. Se realiza un muestreo aleatorio simple con el objetivo de que todos tengan la misma probabilidad de participar.

### **5.11.2 Sesgo de información**

Este sesgo hace referencia a la forma en que son obtenidos los datos durante el estudio. Para minimizar este sesgo se realizarán las mediciones con un profesional cualificado y ciego al objetivo del estudio.

El estudio aunque es abierto, pues tanto el paciente como el investigador conocen el grupo de asignación, la evaluación será ciega dado que el evaluador no conocerá el grupo de asignación.

Vemos una dificultad en el control de la actividad de los sujetos durante 8 semanas.

### **5.11.3 Sesgo de confusión**

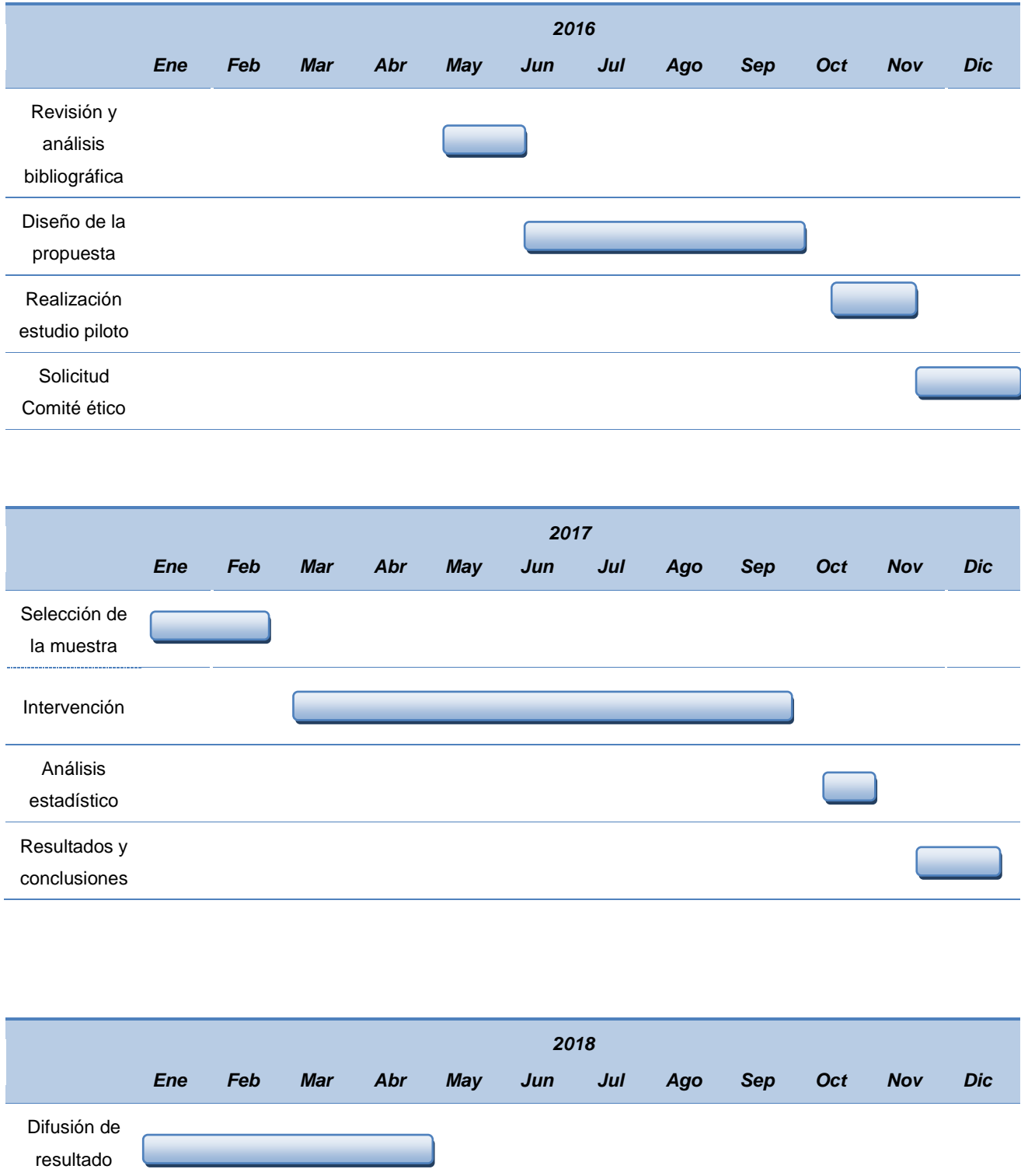
Sesgo derivado de la existencia de otras variables no consideradas en el estudio, que podrían alterar los resultados del trabajo. Para minimizar este sesgo incluiremos características personales de los participantes y otras variables que puedan tener interés, como realizar test para descartar patología estructurada en cadera y pies. A su vez se realizará análisis multivariado de regresión



## 6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

En la tabla IV se muestra el plan de trabajo diseñado, donde se determina la duración estimada para cada una de las tareas que se han de desarrollar en el estudio.

Tabla IV. Plan de trabajo





## 7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

Los procedimientos para la realización de este estudio seguirán los principios éticos recogidos en diversos documentos:

- Declaración de Helsinki de 1964, con revisiones y actualizaciones posteriores (la última en Fortaleza en 2013).
- Pautas Éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos (Ginebra 2002), preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Convenio de Oviedo, relativo a los derechos humanos y la biomedicina.(1997)

Antes de iniciar el ensayo clínico se solicitará los permisos pertinentes tanto a los estudiantes que participen en la investigación, como a la dirección del centro y de la institución donde se va a desarrollar.

Dada la implicación de seres humanos en el estudio, se solicitará autorización al **Comité Ético** de Investigación Clínica (CEIC) de Galicia, como se indica en la Ley 14/2007 del 3 de julio, de investigación biomédica. Éste será el órgano competente para la valoración ética, metodológica y legal del estudio, garantizando también los derechos de todos aquellos sujetos participantes en el mismo. Se hará llegar la solicitud de evaluación (Anexo VII), entre otros documentos administrativos, a la Secretaría del Comité Autonómico de Ética de la Investigación (CAEI) de Galicia.<sup>37</sup>

Todos los sujetos recibirán al inicio del estudio una hoja informativa donde se detallan los aspectos más relevantes del proyecto (Anexo I), y donde se especifica que pueden abandonar en cualquier momento si no desean continuar en la investigación, sin ningún tipo de represalia o penalización.

A continuación se les entregará una hoja de **consentimiento informado** que deberán firmar de forma libre, voluntaria y consciente (Anexo III), tras considerar que han recibido suficiente información; siguiendo las pautas recogidas en la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.



Por último, destacar que el derecho a preservar la integridad propia de cada sujeto participante en el estudio será respetado. Por este motivo, el tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos obtenidos se realizarán conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, 13 de Diciembre, de **Protección de Datos de Carácter Personal**. Todos ellos serán procesados de forma anónima, eliminando todo vínculo que permita la identificación del sujeto a través de la asignación de un número de codificación a cada estudiante.<sup>38</sup>



## 8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio pretende establecer una base terapéutica para disminuir la pronación de la ASA en el apoyo medio de la marcha, desde una visión global y funcional. Desde esta visión holística, ganará importancia la interrelación funcional de las extremidades inferiores, para así llegar a reducir futuros problemas.

Del mismo modo, en el caso de evidenciar buenos resultados, se podrá establecer el programa terapéutico como medida preventiva en pacientes con hiperpronación para subsanar las deformidades estructurales a largo plazo.

Los resultados de esta investigación ayudarán a mejorar la calidad asistencial, disminuir las lesiones por sobreuso de los miembros inferiores y a su vez a disminuir las futuras lesiones estructurales a largo plazo.



## 9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la investigación serán presentados a diversas revistas científicas y congresos celebrados anualmente, todos ellos relacionados con el campo de la Fisioterapia, Podología y salud.

### 9.1 CONGRESOS

A continuación se citan diversos congresos y jornadas que tendrán lugar a lo largo de estos dos años y que podrían ser un buen medio para difundir la investigación:

- 44 Congreso Nacional de Podología
- Jornadas de Biomecánica y Podología Deportiva
- Congreso Mundial WCPT
- Jornadas Nacionales de Fisioterapia de la Actividad Física y el Deporte
- Congreso Internacional de Fisioterapia del Deporte y Juegos Olímpicos

### 9.2 REVISTAS

En la Tabla V se muestran diversas revistas que publican artículos afines al estudio que se propone en este trabajo, así como su factor de impacto (FI) actual según datos del Journal Citation Reports (JCR):

**Tabla V. Revistas científicas**

Revista	Factor de impacto (JRC)
GAIT & POSTURE	2.286
Physiotherapy	1.814
CLINICAL BIOMECHANICS	1.636
JOURNAL OF SPORT REHABILITATION	1.612
PHYSICAL THERAPY IN SPORT	1.575
Journal of Foot and Ankle Research	1.481



## 10. MEMORIA ECONÓMICA

### 10.1 RECURSOS NECESARIOS

En la Tabla VI se detalla la relación de los recursos necesarios para la realización del proyecto de investigación propuesto.

Tabla VI. Recursos necesarios

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	
<b>Infraestructura</b>	Laboratorio de la Facultad de Fisioterapia de la UDC	
<b>Recursos humanos</b>	2 Fisioterapeuta especialista en ejercicio terapéutico	
	1 Fisioterapeuta especialista en miembro inferior	
	1 Matemático, especialista en bioestadística	
	1 Becario de investigación	
<b>Recursos materiales</b>	<b>Material Fungible</b> (No inventariable)	Material de oficina (folios, bolígrafos,...)
		Cartuchos de tinta
		Papel camilla
	<b>Material NO fungible</b> (Inventariable)	Báscula digital con estadímetro
		Camilla
		Pesas
		Fit ball
		Plataformas inestables
		Bandas elásticas
		Y Balance Test Kit
		Podia XP- análisis videogoniométrico
		Software estadístico SPSS 23



## 10.2 DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO

Tabla VII. Presupuesto

CONCEPTO	IMPORTE (€)
<b>1. Infraestructura:</b>	
➤ Laboratorio de la Facultad de Fisioterapia	0,00
<b>2. Gastos de personal:</b>	
➤ 2 Fisioterapeuta especialista en ejercicio terapéutico	4.000,00
➤ 1 Fisioterapeuta especialista en miembro inferior	2.000,00
➤ 1 Matemático, especialista en bioestadística	300,00
➤ 1 Becarios de investigación	500,00
<b>3. Recursos materiales:</b>	
➤ <b>Material fungible</b>	200,00
➤ <b>Material inventariable</b>	
Báscula digital con estadímetro	300,00
Camilla	700,00
Pesas	70,00
Fit ball	80,00
Plataformas inestables	120,00
Bandas elásticas	30,00
Y Balance Test KIT	250,00
Podia XP- análisis videogoniométrico	3623,95
Software estadístico SPSS 23	300,00
<b>4. Otros gastos:</b>	
Viajes y dietas	2.500,00
Inscripción a congresos	1.500,00
Impresión de pósters	200,00
Imprevistos	2.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>18.673,95€</b>





### 10.3 POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN

Para hacer frente a los gastos derivados del proyecto se solicitará financiación en diversas convocatorias de ayudas, que ofrezcan financiación a investigadores para el desarrollo de sus trabajos dentro del ámbito de las Ciencias de la Salud. El proyecto se presentará en:

- **Fundación Mapfre.** Ofrece ayudas para la financiación de proyectos en el área de salud con el objetivo de fomentar la investigación entre las instituciones y profesionales de España, Portugal y de los países iberoamericanos.
- **Convocatoria de ayudas Fundación BBVA a investigadores, innovadores y creadores culturales.** Es una convocatoria interesante, pues ofrece financiación a jóvenes investigadores para el desarrollo personal de proyectos en su ámbito de especialización.
- **Obra social La Caixa,** financia investigaciones en ciencias de la vida y de la salud para contribuir al progreso y bienestar de la sociedad.



## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Spooner SK, Kirby KA. The Subtalar Joint Axis Locator: A Preliminary Report. *J Am Podiatr Med Assoc* 2006 96: 212-219.
2. Jastifer JGustafson P. The subtalar joint: Biomechanics and functional representations in the literature. *The Foot*. 2014;24(4):203-209
3. Inman V. The joints of the ankle. Baltimore: The Williams & Wilkins Company; 1976.
4. Kirby KA. Subtalar Joint Axis Location and Rotational Equilibrium Theory of Foot Function. *J Am Podiatr Med Assoc* 2001 91: 465-487.
5. Viladot A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica, 2001.
6. Root M, Orien W, Weed J, Vergés Salas C. Función normal y anormal del pie. Barcelona: Base; 2012
7. Ireland M. The female ACL: why is it more prone to injury?. *Orthopedic Clinics of North America*. 2002;33(4):637-651.
8. Powers C. The Influence of Altered Lower-Extremity Kinematics on Patellofemoral Joint Dysfunction: A Theoretical Perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):639-646.
9. McPoil TKnecht H. Biomechanics of the Foot in Walking: A Function Approach. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1985;7(2):69-72
10. Tiberio, D. Pathomechanics of structural foot deformities. *Phys Ther*. 1988; 68,1840–1849
11. Lack S, Barton C, Malliaras P, Twycross-Lewis R, Woledge R, Morrissey D. The effect of anti-pronation foot orthoses on hip and knee kinematics and muscle activity during a functional step-up task in healthy individuals: A laboratory study. *Clinical Biomechanics*. 2014;29(2):177-182
12. Nester C. The relationship between transverse plane leg rotation and transverse plane motion at the knee and hip during normal walking
13. . *Gait & Posture*. 2000;12(3):251-256.
14. Reischl S, Powers C, Rao S, Perry J. Relationship Between Foot Pronation and Rotation of the Tibia and Femur During Walking. *Foot & Ankle International*. 1999;20(8):513-520.
15. Souza T, Pinto R, Trede R, Kirkwood R, Fonseca S. Temporal couplings between rearfoot–shank complex and hip joint during walking. *Clinical Biomechanics*. 2010;25(7):745-748
16. Snyder K, Earl J, O'Connor K, Ebersole K. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics*. 2009;24(1):26-34
17. Busquet L. Las cadenas fisiológicas. La cintura pélvica y el miembro inferior. Badalona: Paidotribo; 2012
18. Baldon R, Serrão F, Scattone Silva R, Piva S. Effects of Functional Stabilization Training on Pain, Function, and Lower Extremity Biomechanics in Women With Patellofemoral Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(4):240-A8



19. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J OrthopSports Phys Ther.* 2012; 42(1):22-9.
20. Romero Soto M, Santalla Borreiros F, Gil Manso P, Mosquera Fernández A, Suárez Coteló MC, Maceira Castiñeira MM. Estudio de prevalencia de patologías podológicas y grado de dependencia en personas mayores de 65 años. *El Peu.* 2010; 30 (3): 104-111.
21. Munuera Martínez P. *El primer radio.* Cádiz: EXA; 2012.
22. Hume P, Hopkins W, Rome K, Maulder P, Coyle G, Nigg B. Effectiveness of Foot Orthoses for Treatment and Prevention of Lower Limb Injuries. *Sports Medicine.* 2008;38(9):59-779.
23. Stefanyshyn D, Stergiou P, Lun V, Meeuwisse W, Worobets J. Knee Angular Impulse as a Predictor of Patellofemoral Pain in Runners. *American Journal of Sports Medicine.* 2006;34(11):1844-1851
24. Bellchamber Tvan den Bogert A. Contributions of proximal and distal moments to axial tibial rotation during walking and running. *Journal of Biomechanics.* 2000;33(11):1397-1403.
25. Ruiz Morales A, Morillo Zárate LE. *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada.* 1ª Ed. Bogotá: Médica Internacional; 2004.
26. Lazcano E, Salazar E, Gutiérrez P, LLeneras A, Hernández A, Viramontes J. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud Pública de México [Internet].* 2004 [acceso 20 Mayo del 2016];46(6):559-584. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10646610>
27. Argimon Pallás JM, Jiménez Villa J. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica.* 4ª Ed. Barcelona: Elsevier; 2013.
28. Calculadora [Internet]. *Imim.es.* 2016 [acceso 12 Agosto 2016]. Disponible en: <https://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo/>
29. Brody DM: Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am* 1982, 13:541-58.
30. Mueller MJ, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive foot pronation. *JAm PodiatryAssoc* 1993; 83: 198-202.
31. Keenan A, Redmond A, Horton M, Conaghan P, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch Analysis of a Novel, Foot-Specific Outcome Measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2007;88(1):88-93.
32. Redmond A, Crosbie J, Ouvrier R. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clinical Biomechanics.* 2006;21(1):89-98.
33. Ruwe, P, Gage J, Ozonoff M, DeLuca P. Clinical determination of femoral anteversion. A comparison with established techniques. *The Journal of Bone and Joint Surgery ^American.* 1992;74-A:820-830
34. Angulo Carrere MÁlvarez Méndez A. *Biomecánica de la extremidad inferior. Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología).* 2009;1(3):50-67
35. Alnahdi A, Alderaa A, Aldali A, Alsobayel H. Reference values for the Y Balance Test and the lower extremity functional scale in young healthy adults. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(12):3917-3921.



36. Shaffer S, Teyhen D, Lorenson C, Warren R, Koreerat C, Straseske C et al. Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Military Medicine*. 2013;178(11):1264-1270
37. Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia [sede web], Santiago de Compostela. [acceso 26 de Agosto del 2016]. Disponible en: [http://www.sergas.es/cas/servicios/docs/investigacionclinica/procedimientos\\_normalizados\\_de\\_trabajo.htm](http://www.sergas.es/cas/servicios/docs/investigacionclinica/procedimientos_normalizados_de_trabajo.htm)
38. Ley Orgánica de protección de datos de carácter personal. Ley 13/1999, del 13 de diciembre. Boletín Oficial del Estado, número 298 (14-12-1999).



## 12. ANEXOS

### ANEXO I. HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

#### HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

Este documento tiene por objeto ofrecer información sobre un estudio en el que se le invita a participar. Dicho estudio será realizado en la Facultad de Fisioterapia de A Coruña (Universidade da A Coruña). La participación es totalmente voluntaria, pudiendo abandonar la investigación en cualquier momento sin obligación de dar explicaciones, y sin que conlleve ninguna consecuencia negativa.

#### **¿Cuál es el propósito del estudio?**

El objetivo de este estudio es determinar la eficacia y seguridad de un programa de ejercicio terapéutico para la disminución de la pronación de la subastragalina en el apoyo medio de la marcha, en pacientes con hiperpronación.

#### **¿En qué consiste su participación?**

En una primera sesión comprobaremos que cumple todos los criterios de inclusión, tras lo cual usted deberá firmar su consentimiento informado. A continuación se registrarán sus datos sociodemográficos, sus variables antropométricas y realizaremos unos test para comprobar que puede incluirse en el estudio.

A partir de aquí podrá ser citado a días alternos para realizar 3 sesiones a la semana de aproximadamente una hora, para trabajar la musculatura anteriormente citada.

Finalmente, tras realizar este protocolo de intervención, se le citará para la evaluación final, volviendo a pasar los test del inicio.



**¿Qué riesgos o inconvenientes presenta?**

Tantos los test y pruebas que se realizarán como la intervención, no tienen riesgo ni consecuencias nocivas para la salud. Lo único que puede manifestarse es alguna sobrecarga muscular al inicio de la intervención, debido a la falta de ejercicio del participante o a la disfunción de la musculatura de trabajo.

**¿Recibirá la información que se obtenga del estudio?**

Si usted lo desea, cuando finalice la investigación le proporcionaremos un resumen de los resultados obtenidos.

**¿Se publicarán los resultados?**

Los resultados de este estudio podrán ser publicados en revistas científicas y/o comunicaciones en congresos para su difusión, si bien no se transmitirá ningún dato que conlleve a la identificación de los participantes.

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**



## ANEXO II. FICHA DE EVALUACIÓN

### FICHA DE EVALUACIÓN

EFICACIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO TERAPÉUTICO EN CADERA PARA LA DISMINUCIÓN DE LA PRONACIÓN DURANTE LA MARCHA.

Nombre y apellidos:		
Nº:	Grupo:	
Fecha y hora:		
Edad:	Sexo:	
Peso (kg):	Talla (m):	IMC (kg/m <sup>2</sup> ):
Antecedentes de fracturas y /o procesos quirúrgicos en miembro inferior.		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Utilización anterior de ortesis plantares		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Síntomatología actual lumbo-pélvica o de miembro inferior		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO



## ANEXO III. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

**TÍTULO: “Eficacia de un programa de ejercicio terapéutico en cadera para la disminución de la pronación durante la marcha”**

Yo,

- He leído y comprendido la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado y considero que he recibido suficiente información sobre éste.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin ningún tipo de repercusión.
- Accedo a que mis datos sean utilizados en las condiciones detalladas sobre la hoja de información al participante.
- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Respecto a la conservación y utilización futura de los datos y/o muestras detallada en la hoja de información al participante,

- NO acepto que mis datos y/o muestras sean conservados una vez terminado el presente estudio.
- Sí acepto que mis datos y/o muestras se conserven una vez terminado el estudio, siempre y cuando sea imposible, incluso para los investigadores, identificarlos por ningún medio.
- Sí acepto que mis datos y/o muestras se conserven para usos posteriores en líneas de investigación relacionadas con la presente, y en las condiciones mencionadas.

El/la participante,

La investigadora,

Asdo.:

Asdo.:

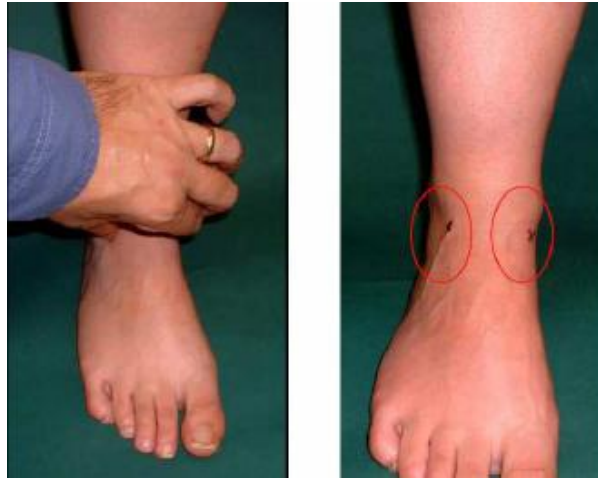
Fecha:

Fecha:





## ANEXO IV. PUNTUACIÓN Y FOTOGRAFÍAS: ÍNDICE POSTURAL DE PIE-6 (IFP6)

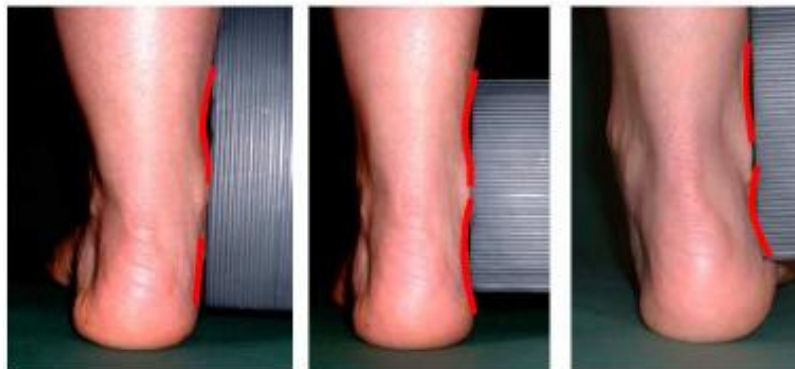


Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral pero no en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral y ligeramente en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara medial y lateral	Cabeza del astrágalo ligeramente palpable en la cara lateral y palpable en la cara medial	Cabeza del astrágalo no palpable en la cara lateral pero si palpable en la cara medial

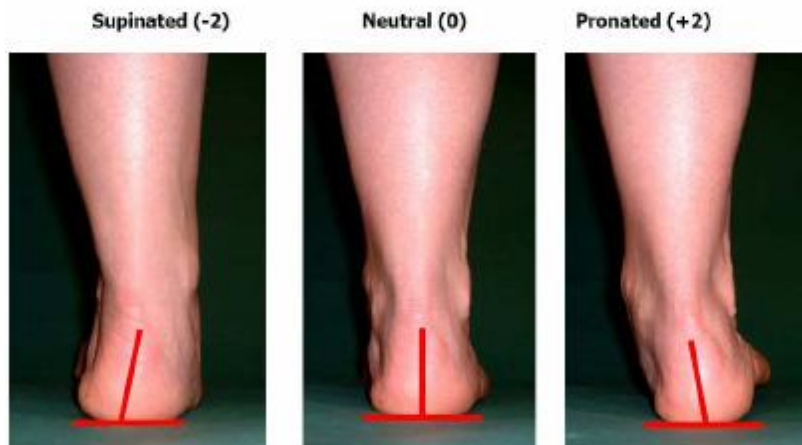
Supinated (-2)

Neutral (0)

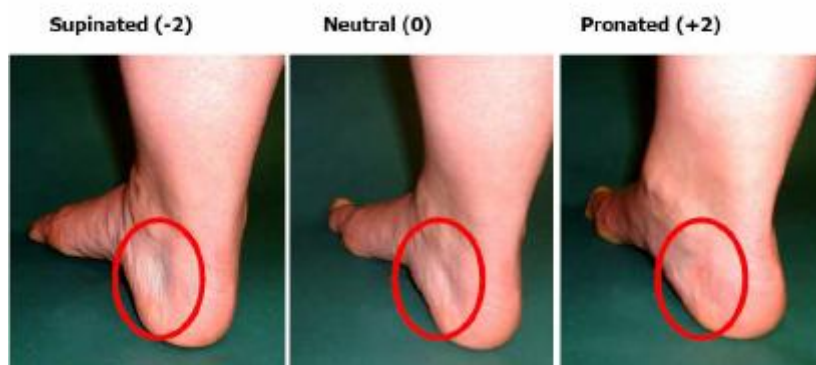
Pronated (+2)



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Curva debajo del maléolo más recta o convexa	Curva debajo del maléolo cóncava pero más plana aunque más que la curva superior	Ambas supra e infra curvatura maleolar iguales	Curva debajo del maléolo más cóncava que la supra	Curva infra maleolar marcada más cóncava que la curva supra



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Más de 5 grados de estimación de inversión o varo	Entre la vertical y los 5 grados de estimación de inversión o varo	Vertical	Entre la vertical y los 5 grados de estimación de eversión o valgo	Más de 5 grados de estimación de eversión o valgo



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Área de la articulación astrágalo-escafoidea marcada mente cóncava	Área de la AAE ligeramente pero poco definido de forma cóncava	Área de la ATN plana	Área de la AAE ligeramente abultada	Área de la AAE marcada mente convexa o abultada



Supinated foot (-2)



Neutral (0)



Pronated foot (+2)

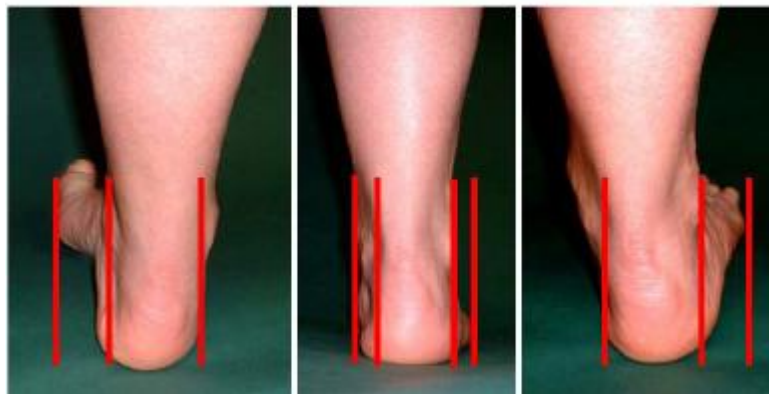


Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Arco alto y angulado hacia posterior	Arco moderada mente alto y ligeramente angulado hacia posterior	Altura del arco normal y curvatura concéntrica	Arco ligeramente disminuido con ligero aplanamiento de la porción central	Arco, severo aplanamiento y contacto con el suelo

Supinated (-2)

Neutral(0)

Pronated (+2)



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Los dedos laterales no se visualizan. Visibilidad marcada de dedos mediales	Los dedos mediales más visibles que los laterales	Dedos mediales y laterales igual de visibles	Dedos laterales ligeramente más visibles que los mediales.	Dedos mediales no visibles. Dedos laterales claramente visibles.

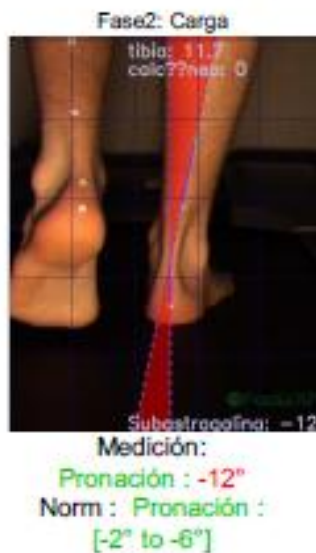
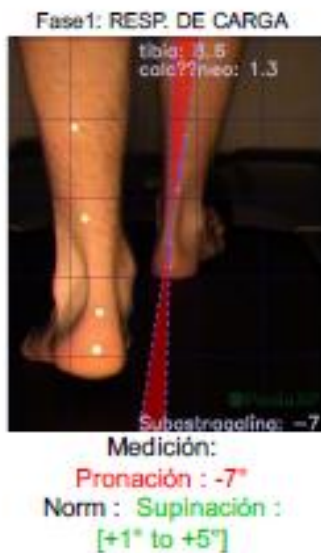


## ANEXO V. EJEMPLO: RESULTADO PODIAXP-ANÁLISIS VIDEOGONIOMÉTRICO

### Miembro izquierdo, Amplitud global 8°



### Miembro derecho, Amplitud global 6°



www.mcsinnovation.com

Generado con  PodiaXP  
www.mcsinnovation.com

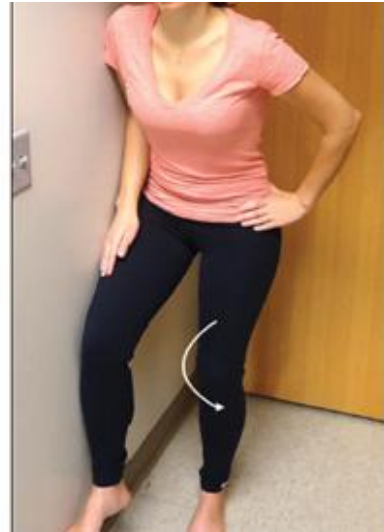


## ANEXO VI. FOTOGRAFÍAS EJERCICIO TERAPÉUTICO

**Activación transverso del abdomen y el entrenamiento de los músculos multifidos**



**Isométricos de abducción y rotación externa de cadera en bipedestación**



**Puente lateral (A) y el puente ventral (B)**



**Caída pélvica bipedestación**



**Abducción, rotación externa y extensión de cadera en decúbito lateral**



**Rotación externa de cadera en cadena cinética cerrada**



**Abducción y rotación externa de cadera con ligera flexión de la rodilla y de cadera en decúbito lateral**





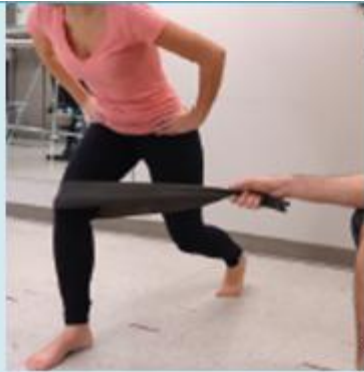
**Sentadilla unipodal**



**Single-leg de pie en una plataforma inestable**



**Lunge hacia adelante**



**Peso muerto de una pierna**





## ANEXO VII. AUTORIZACIÓN AL CEIC DE GALICIA

### CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA

D./Dña.:

Con teléfono de contacto:

Y correo-e:

Dirección postal:

SOLICITA la evaluación por parte del Comité de:

- Protocolo **nuevo** de investigación.
- Respuesta a las aclaraciones** solicitadas por el Comité.
- Modificación** del protocolo.

#### Del estudio:

Título:

**Investigador/a principal:**

**Promotor:**

- Comercial.
- No comercial** (confirma que cumple los requisitos para la exención de tasas según el Art. 57 de la Ley 16/2008, de 23 de diciembre, de presupuestos generales de la Comunidad Autónoma de Galicia para el año 2009).

Código:

Versión:

Tipo de estudio:

- Ensayo clínico con medicamentos.** CEIC de referencia:
  - Ensayo clínico con productos sanitarios.**
  - EPA-SP.**
  - Otros estudios no incluidos en las categorías anteriores.**
- Listado de centros\* de Galicia con sus investigadores correspondientes.

\*Deberá existir, al menos, un investigador responsable en cada centro donde se pretenda reclutar pacientes o se obtengan muestras biológicas de origen humano o registros que contengan datos de carácter personal.

Adjunto se entrega la documentación necesaria en base a los requisitos que figuran en la web del comité.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Asdo.: