

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA

Curso académico 2018/2019

“Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla”

Jose Miguel Pumares Núñez

Director(es): Isabel Raposo Vidal

ÍNDICE

1. ABREVIATURAS	5
2. RESUMEN	6
3. RESUMO	7
4. ABSTRACT	8
5. INTRODUCCIÓN	9
5.1. Recuerdo anatómico	9
5.2. Análisis funcional	10
5.2.1. Movilidad del primer radio	10
5.2.2. Principales modelos sobre la función y disfunción del pie	10
5.2.3. Comportamiento durante la marcha	11
5.2.4. Patomecánica	12
5.3. Carreras y salto de valla	14
6. OBJETIVOS	15
6.1. Objetivo principal	15
6.2. Objetivos secundarios	16
7. APLICABILIDAD Y JUSTIFICACIÓN	16
8. HIPÓTESIS	16
9. METODOLOGÍA	17
9.1. Tipo de estudio	17
9.2. Período de estudio	17
9.3. Ámbito de estudio	18
9.4. Criterios de inclusión	18
9.5. Criterios de exclusión	18
9.6. Estimación tamaño muestral	19
9.7. Recogida de datos y mediciones	20
9.7.1 Variables	20
9.7.1.1. Datos sociodemográficos	22
9.7.1.2. Datos antropométricos	22
9.7.1.3. Datos morfológicos y funcionales del pie	22
9.7.1.4. Nivel de actividad física	24
9.7.1.5. Otras variables de interés	25
9.8. Análisis estadístico	25
9.9. Limitación del estudio	26
9.10. Búsqueda bibliográfica	26
10. PLAN DE TRABAJO	27

11. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES	28
12. PLAN DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS	28
13. FINANCIACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	29
13.1. Infraestructura	29
13.2. Recursos materiales	29
13.3. Recursos humanos	31
13.4. Posibles fuentes de financiación	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	34
ANEXO I: Hoja informativa.	34
ANEXO II: Consentimiento informado.	36
ANEXO III: Cuaderno de recogida de datos.	37
ANEXO IV: Cuestionario IPAQ.	41
ANEXO V: Cuestionario EVA.	43
ANEXO VI: Compromiso del investigador principal.	44
ANEXO VII: Compromiso del investigador secundario.	45

1. ABREVIATURAS

ALI: Arco Longitudinal Interno.

AMTF: Articulación metatarsofalángica.

DF: Dorsiflexión.

FPI: Foot Posture Index.

HAV: Hallux Abductus Valgus.

HL: Hallux Limitus.

IMC: Índice de Masa Corporal.

PF: Plantarflexión.

2. RESUMEN

Objetivo

El objetivo de este proyecto de investigación es determinar el estado funcional de la primera articulación metatarsfalángica (1ªAMTF), además de las patologías más habituales que se dan en dicha articulación en los atletas de carrera de valla. Se analizarán factores morfológicos, sociales, antropométricos y las características del ejercicio físico realizado .

Metodología

- Tipo de estudio: Observacional, transversal de prevalencia.
- Ámbito: Instalaciones deportivas de atletismo de A Malata y Balaídos.
- Tamaño muestral: n=88 sujetos (seguridad del 95%, precisión de 3%).
- Mediciones: Edad, sexo, altura, peso, Índice de Masa Corporal, talla, Foot Posture Index, estudio de la pisada, patologías podológicas y nivel de actividad física.

Palabras clave

Primera articulación metatarsfalángica, Funcionalidad, Patología, Carrera de vallas.

3. RESUMO

Obxectivo

O obxectivo do presente proxecto de investigación é determinar o estado funcional da primeira articulación metatarsofalánxica (1ªAMTF), ademais das patoloxías máis habituais que se dan na articulación dita nos atletas de carreira de valados. Analizaranse factores morfolóxicos, sociais e antropométricos, e as características do exercicio físico realizado.

Metodoloxía

- Tipo de estudo: Observacional, transversal de prevalencia.
- Ámbito: Instalación deportivas de atletismo da Malata e Balaídos.
- Tamaño muestral: n=88 suxetos (seguridade do 95%, precisión 3%).
- Medicións: Idade, sexo, altura, peso, Índice de Masa Corporal, talla, Foot Posture Index, estudo da pisada, patoloxías podolóxicas e nivel de actividade física.

Palabras chave

Primeira articulación metatarsofalánxica, Funcionalidade, Patoloxía, Carreira de valados.

4. ABSTRACT

Objective

The objective of this research project is to determine the functional status of the first metatarsophalangeal joint (1st MTFA), in addition to the most common pathologies that occur in this articulation in hurdle race athletes. Morphological, social and anthropometric factors will be analyzed, as well as the characteristics of the physical exercise performed.

Methodology

- Type of study: Observational, cross-sectional prevalence.
- Area: Athletics sports facilities of A Malata and Balaídos.
- Sample size: n= 88 subjects (95% confidence, 3% accuracy).
- Measurements: Age, sex, height, weight, Body Mass Index, Foot Posture Index, treat study, pathologies and level of physical activity.

Keywords

First metatarsophalangeal joint, Functionality, Pathology, Hurdle race.

5. INTRODUCCIÓN

5.1. Recuerdo anatómico

La primera articulación metatarsofalángica (1ª AMTF) se integra en la unidad anatómica y funcional del primer radio. Este primer radio está formado por la primera cuña, el primer metatarsiano, la falange proximal del hallux y los sesamoideos; siendo parte integrante del arco longitudinal interno del pie. La unión del metatarsiano con la primera cuña forma la articulación medial de Lisfranc, en la intersección entre el arco longitudinal interno y el arco transversal.

Estructuralmente e integrados en la primera metatarsofalángica se encuentran también los sesamoideos localizados bajo la cabeza del primer metatarsiano. Son dos huesos de morfología, por lo general, ovalada, unidos entre sí por el ligamento intersesamoideo y fijados a la base de la falange proximal a través de la placa plantar ^{1, 2, 3, 4}.

La primera metatarsofalángica se encuentra rodeada de numerosos ligamentos y músculos que repercuten en su funcionalidad. La unión entre metatarsiano y falange presenta los ligamentos colaterales, metatarsosesamoideos, sesamoideosfalángicos, intersesamoideos y ligamento suspensorio. La falange proximal del primer dedo da soporte a la inserción de la placa plantar y músculos largos y cortos del pie. En su región dorsal se inserta el extensor largo del hallux así como el flexor largo del hallux, principal motor de movimiento de la flexión y propulsión del pie ^{1, 2, 3}.

El primer radio acoge a mayores la inserción de músculos largos de la pierna como el tibial posterior, tibial anterior y peroneo lateral largo.

Mención especial merece la fascia plantar como estructura pasiva con gran repercusión en la biomecánica y patomecánica del pie y primer dedo. La aponeurosis o fascia plantar del pie es el cable de contención del arco longitudinal plantar del pie. Está dividida en tres componentes: el medial, el central y el lateral. EL componente medial es delgado y forma

la cobertura del músculo abductor del primer dedo, insertándose en la falange proximal. Esta porción la convierte en una parte importante del mecanismo de Windlass ^{1, 2, 3}.

5.2. Análisis funcional

5.2.1. Movilidad del primer radio

En 1954, Hicks describe el eje de movimiento del primer radio. Este se dirige desde un punto posterior-medial-dorsal hacia otro punto anterior-lateral-plantar, describiendo un eje que producirá un movimiento en los planos frontal, sagital y transversal. De esta forma durante la flexión dorsal y plantar se producirá una supinación o una pronación, respectivamente, y un ligero desplazamiento transversal ^{1, 5}.

El movimiento de la 1ª AMTF se describe desde la posición neutra, posición plantígrada con el paciente en bipedestación ^{6, 7}.

El rango normal de movilidad articular pasiva de la 1ª AMTF en flexión dorsal (FD) es de 35° a 90° y en flexión plantar (FP) de entre 30° a 50°. El ángulo de movilidad articular necesario para un correcto despegue es de 70°.

El rango de movilidad activa de la 1ª AMTF en FD se encuentra disminuida alcanzando los 50-60° ^{6, 7}.

5.2.2. Principales modelos sobre la función y disfunción del pie

Tomando como bases las funciones globales que la Escuela Anglosajona atribuye al pie y que son la compensación, amortiguación, progresión, equilibrio y estabilidad; cada paradigma biomecánico aplica un supuesto teórico a la funcionalidad y a las lesiones. Destacamos entre otros el modelo teórico de Morton, el de Hicks, el de Root, el de Nigg, el de Kirby, el de Erik Fuller, el de Danenberg-Payne y el de Hunt y Mc.Poil.

- a. Modelo teórico de Morton (hipermovilidad del primer radio). Atribuye valor a la longitud del primer radio y su repercusión en las metatarsalgias.
- b. Modelo teórico de Hicks (mecanismo de Windlass). Se centra en la importancia de la tensión de la fascia plantar a la hora de extensión del dedo gordo favoreciendo la transmisión de fuerzas a los músculos durante la fase de propulsión.
- c. Modelo teórico de Root (neutralidad subastragalina). Destaca la importancia de las compensaciones que producen las fuerzas de reacción del suelo y su relación con la aparición de dolor.
- d. Modelo teórico de Nigg (respuesta propioceptiva). Señala como la propiocepción proporciona al organismo información sobre la posición de la musculatura durante la captación de fuerzas de impacto.
- e. Modelo teórico de Kirby (equilibrio rotacional). Aumento de momentos pronadores o supinadores según la posición del eje de la articulación subastragalina.
- f. Modelo teórico de Erik Fuller (centro de presiones). Continúa el modelo de Kirby sumándole el concepto de centro de presiones.
- g. Modelo teórico de Danenberg-Payne (facilitación en plano sagital). Analiza el movimiento en el plano sagital a través de los tres Rockers de la marcha.
- h. Modelo teórico de Hunt y Mc. Poil (modelo de estrés de tejidos). Introduce el concepto de estrés de tejidos como la resistencia interna que se opone a ser deformada por otra fuerza externa y su relación con las roturas de dichos tejidos ⁸.

5.2.3. Comportamiento durante la marcha

La primera metatarsofalángica y primer radio desempeñan un papel fundamental durante la marcha.

Durante la fase de balanceo y de contacto con el talón el primer radio se encontrará en dorsiflexión por la acción del tibial anterior acompañándose de una inversión del antepié respecto al retropié. Al hacer contacto con el suelo la articulación subastragalina (ASA) se encuentra en una posición de pronación debido a la rotación interna tibial y a las fuerzas de reacción del suelo ^{7,5}.

El primer radio se mantiene en dorsiflexión hasta el final de la fase de apoyo monopodal, donde la ASA realiza una supinación progresiva, y el primer radio se colocará en una posición de plantar flexión y eversión.

Durante la fase de despegue de talón y propulsión la ASA continuará en supinación arrastrando al antepié, por lo que el primer radio debe realizar una flexión plantar para mantener el antepié pegado al suelo el mayor tiempo posible ^{6,7}.

Siendo el primer metatarsiano el más largo, normalmente, durante la fase de propulsión en la marcha, es el encargado de mantener el contacto con el suelo durante el mayor tiempo posible mediante una dorsiflexión de la 1ª AMTF ⁵⁻⁷.

Durante esta dorsiflexión se produce una tensión sobre los tejidos blandos que transcurren por debajo de la articulación, estabilizando a los dedos contra el suelo y ayudando así a estabilizar el arco longitudinal interno (ALI) del pie en la fase de propulsión.

La estructura pasiva más importante, en esta fase de la marcha, del tejido blando plantar es la fascia plantar, ya que mediante su inserción en la superficie plantar de las falanges proximales, da lugar al mecanismo de Windlass. Este mecanismo provoca un aumento de la altura del ALI, supinación de la articulación subtalar y rotación externa de la tibia durante la dorsiflexión de la 1ª AMTF ^{6,7}.

5.2.4. Patomecánica

Las afectaciones más importantes que influyen al mecanismo de Windlass suelen ser las derivadas de una incorrecta movilidad de la 1ª AMTF. Estas son el Hallux Limitus (HL), funcional o estructural y el Hallux Abductus Valgus (HAV) ^{6,7}.

El Hallux Limitus se caracteriza por proliferación ósea y degenerativa, por la presencia de dolor y por una disminución progresiva del rango de movimiento de dorsiflexión de la 1ª

AMTF. Si la movilidad se ve limitada solamente cuando el pie está en carga se le denomina Hallux Limitus Funcional, y si la limitación del movimiento está presente tanto en carga como en descarga se le denomina Hallux Limitus Estructural.

También se puede tener en cuenta los grados de movilidad que tiene la articulación siendo en estática menor de 20° Hallux Limitus Estructural y menor de 65° en dinámica, rango mínimo para una correcta propulsión, Hallux Limitus Funcional^{6,7}.

El Hallux Abductus Valgus es una deformidad del hallux bastante común. Está determinada por una subluxación de la 1ª AMTF, caracterizada por una desviación medial del metatarsiano, y lateral del primer dedo, acompañado de una prominencia ósea a nivel medial de la cabeza del primer metatarsiano¹.

A parte de las patologías propias de la 1ª AMTF, se deben tener en cuenta otros factores que pueden influir en su movilidad, como son: la edad, el estado de la fascia plantar, el navicular drop y la morfología de la cabeza de la falange entre otros¹.

A medida que aumenta la edad el rango de movilidad articular se va a ver poco a poco disminuido, por lo que no es lo mismo tomar como referencia a un grupo de personas de 30 años o menos que otro de más de 45, ya que se puede ver alterado en unos 10°-15°.

Debido a las inserciones de la fascia plantar en la base de la falange proximal del hallux, mencionadas anteriormente, y por tanto a la involucración de la 1ª AMTF en el mecanismo de Windlass, ésta también podría afectar a la movilidad de dicha articulación.

También hay que tener en cuenta el navicular drop, aunque en la literatura no se llega a un acuerdo, la literatura nos indica que se puede considerar que el rango articular en FD de la 1ª AMTF puede estar influenciada por el valor del navicular drop en una medición pasiva en carga, no así en dinámica.

Como último factor, la morfología de la cabeza del metatarsiano, ya que cuanto más cuadrada más dificultad de movimiento encontraremos¹.

En relación con el deporte a estudiar las lesiones de los sesamoideos suelen ser frecuentes en disciplinas que impliquen saltos. Los sesamoideos están ligados al aumento del brazo de palanca para la flexión de la 1ª AMTF y una inflamación de estos (sesamoiditis) limita o incapacita la dorsiflexión.

Una buena movilidad articular de la 1ª AMTF es esencial para una correcta fase de propulsión de la marcha, la propulsión es la tercera de las cuatro fases de la marcha que se describen a continuación.

5.3. Carreras y salto de valla

La biomecánica de las carreras de velocidad es diferente a la de la marcha. Correr no es andar rápido. Se caracteriza por una mayor amplitud de movimiento tanto en la cadera, rodilla y tobillo, buscando un incremento de explosividad y potencia. También existe una fase en la que no se produce contacto con el suelo por parte de ninguna de las extremidades inferiores^{9,10}.

De esta manera la fase de apoyo se ve reducida a menos de un 50%, en comparación con el 60% que se produce en la marcha. Este porcentaje se verá reducido a medida que la velocidad aumente¹¹.

La técnica de carrera de vallas es similar a la de velocidad. La diferencia radica en la superación de los obstáculos a lo largo del recorrido. Este obstáculo debe ser saltado intentando que la pérdida de velocidad y de tiempo sea la mínima.

Una buena técnica de carrera se basa en una adecuada dinámica de despegue y de aterrizaje, consiguiendo que el centro de gravedad durante el vuelo sea lo más bajo posible y minimizando la altura de la parábola realizada¹¹.

Durante la carrera el atleta comienza corriendo hasta la primera valla, desde 13 m a 45 m según la prueba que se realice.

El pasaje de la valla se divide en tres fases: ataque, pasaje y contacto con el suelo. Ataque o despegue, fase en donde la pierna de batida se coloca en extensión total favoreciendo el despegue, siendo la 1ª AMTF la última unidad anatómica encargada de soportar todas las fuerzas de reacción y del propio cuerpo. Por el contrario, la pierna de ataque sube flexionada. La siguiente fase es el propio pasaje de la valla, el atleta en esta fase se encuentra en el el aire sobrepasando la valla, realiza una extensión de la pierna de ataque, pierna que buscará el suelo en la última fase de contacto. En esta última fase se produce contacto con el suelo mediante la zona metatarsal del pie, de esta forma el talón no contacta con el suelo y toda la responsabilidad de estabilización y amortiguación recae sobre el sistema aquileo-calcáneo-plantar. Tras tener el contacto con el suelo el atleta realiza tres zancadas hasta atacar la siguiente valla coincidiendo siempre la misma pierna de ataque ¹².

Al superar la última valla se realiza un sprint final que dependiendo de la prueba será desde 9,72 m a 40 m.

Balius-Matas et al. establece que una de las lesiones que más se produce en los atletas de vallas es la metatarsalgia por sobrecargas, debido a la repetición continuada de contactos e impulsos de la zona con el suelo durante la carrera. A raíz de estos datos nos interesamos en la posible relación que puede tener la mala movilización de la 1ª AMTF con la aparición de estas lesiones ¹².

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo principal

El objetivo principal del estudio es determinar el estado funcional de la 1ª AMTF, además de las patologías más habituales que se dan en dicha articulación en los atletas de carrera de valla.

6.2. Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios del estudio son:

- Reconocer los factores morfológicos, sociales y antropométricos de los saltadores de valla con lesiones en la 1ª AMTF.
- Determinar las características del ejercicio físico en relación a la funcionalidad y patología de la primera metatarsofalángica.

7. APLICABILIDAD Y JUSTIFICACIÓN

La realización de este estudio está justificada por la ausencia de estudios específicos sobre la influencia del deporte de carrera de vallas sobre la primera articulación metatarsofalángica y sus consecuencias respecto a la aparición de lesiones o disminución de rango articular.

En los últimos años, según los datos aportados por la Federación Gallega de Atletismo, se ha visto un incremento de la práctica de esta disciplina de atletismo ¹³.

La 1ªAMTF es una unidad anatómica clave para la correcta técnica de esta prueba, en la que el salto y la caída son los momentos más importantes de la carrera.

8. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (Ho): Los saltadores de valla no presentan patología de la 1ª AMTF.

Hipótesis alternativa (Ha): Los saltadores de valla presentan patología de la 1ª AMTF.

Hipótesis nula (Ho): Los saltadores de valla no presentan disfunción ni dolor en la primera metatarsofalángica.

Hipótesis alternativa (Ha): Los saltadores de valla presentan disfunción o dolor en la primera metatarsofalángica.

Hipótesis nula (Ho): Las características del ejercicio físico no guardan relación con la función y patología de la 1ª AMTF.

Hipótesis alternativa (Ha): Las características del ejercicio físico guardan relación con la función y patología de la 1ª AMTF.

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio

Mediante esta propuesta de investigación se propone la realización de un estudio de prevalencia, observacional, transversal.

9.2. Período de estudio

El estudio se estima que se llevará a cabo durante un período de siete meses, desde marzo del 2019 a septiembre del mismo año, dado que las competiciones a las que asistiremos para la recogida de datos se realizarán durante esas fechas.

9.3. Ámbito de estudio

El estudio se llevará a cabo en las instalaciones deportivas de atletismo de A Malata, Ferrol donde se celebrará el Campeonato gallego absoluto de clubs al aire libre. Nos desplazaremos también al campeonato gallego individual absoluto (con sede aún por determinar), y al complejo Pista Celta Atletismo de Balaídos, Vigo.

9.4. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión son:

- Practicar salto de valla desde al menos 2 años.
- Ser mayor de 18 años.
- Ser federado en la Federación Galega de Atletismo.
- Dar consentimiento informado por escrito.

9.5. Criterios de exclusión

Como criterios de exclusión:

- Enfermedades degenerativas.
- Padecer un traumatismo o lesión grave en el primer radio en el último año.
- No firmar el consentimiento informado por escrito.

9.6. Estimación tamaño muestral

Los datos obtenidos de la Federación Galega de Atletismo nos indican que hubo un total de 127 atletas federados en la disciplina de vallas durante la temporada 2017/2018. Teniendo en cuenta estos datos y que cada año aumenta el número de federados en la disciplina, hemos supuesto que para el año en el que se haga el estudio el número de federados serán unos 130 atletas federados.

Por tanto se estima que para un nivel de confianza del 95%, una precisión del 3% y una proporción del 5% y suponiendo una proporción del 10% de pérdidas, la muestra del estudio es de 88 sujetos (tabla I).

Tabla I: Cálculo de la estimación del tamaño muestral.

Total de la población (N) (Si la población es infinita, dejar la casilla en blanco)	130
Nivel de confianza o seguridad (1-α)	95%
Precisión (d)	3%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir) (Si no tenemos dicha información $p=0.5$ que maximiza el tamaño muestral)	5%
TAMAÑO MUESTRAL (n)	79
EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS	
Proporción esperada de pérdidas (R)	10%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PERDIDAS	88

9.7. Recogida de datos y mediciones

9.7.1 Variables

Previamente a la selección de los participantes se hará una presentación general del estudio a través del envío al club y a los atletas de una hoja informativa sobre el mismo (ANEXO 1).

Para aquellos deportistas interesados y que cumplan los criterios de inclusión, se les entregará el consentimiento informado (ANEXO II) que tendrán que firmar para poder ser sujetos de estudio.

Las evaluaciones serán realizadas por el investigador principal. Esta información vendrá recogida en un cuaderno de recogida de datos (ANEXO III). El sujeto de investigación cubrirá datos de autocumplimiento.

Las medidas y variables de estudio analizadas, con sus magnitudes y unidades se describen en la tabla II.

Tabla II. Síntesis de las medidas y variables de estudio. Magnitudes y unidades.

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS	DATOS RECOGIDOS EN:
Edad (años). Sexo (hombre/mujer).	Cuaderno de recogida de datos.
DATOS ANTROPOMÉTRICOS	
Altura (cm). Peso (kg). Índice de masa corporal (IMC) (kg/m ²).	Cuaderno de recogida de datos.
DATOS SOBRE MORFOLOGÍA Y FUNCIÓN DEL PIE	
Talla de calzado. Morfología del pie (Foot Posture Index (FPI6)). Zonas de hiperpresión. Tipo de huella (plana, cava o normal). Presencia de HV. Presencia de HL. Presencia de HR. Rango de movilidad articular.	Cuaderno de recogida de datos.
DATOS SOBRE NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA	

<p>Nivel de actividad física (alto, moderado o bajo).</p> <p>Años de práctica deportiva.</p> <p>Frecuencia de entrenamientos (días/semana).</p> <p>Duración entrenamientos (horas/entreno).</p> <p>Competiciones anuales.</p> <p>Disciplina practicada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 60 m vallas (pista cubierta, hombres/mujeres). - 100 m (pista aire libre mujeres). - 110 m (aire libre, hombres). - 400 m (aire libre, hombres/mujeres). 	<p>Cuaderno de recogida de datos.</p> <p>Cuestionario IPAQ (Anexo IV).</p>
OTROS DATOS DE INTERÉS	
<p>Pierna dominante.</p> <p>Lesiones previas en miembros inferiores.</p> <p>Presencia de dolor.</p>	<p>Cuaderno de recogida de datos.</p> <p>Escala Visual Analógica (EVA) (Anexo V).</p>

9.7.1.1. Datos sociodemográficos

Los datos relativos a la edad y sexo se recogerán en el cuaderno de recogida de datos (Anexo II) que se rellenará durante la entrevista del sujeto a estudio.

9.7.1.2. Datos antropométricos

Para la recogida de datos antropométricos se utilizará un estadímetro, una báscula y una calculadora. La información se recogerá en el cuaderno de recogida de datos.

9.7.1.3. Datos morfológicos y funcionales del pie

Los datos sobre la morfología y funcionalidad del pie vendrán recogidos en el cuaderno de recogida de datos.

En cuanto a la medición de la **movilidad en FD de la 1ª AMTF** se realizará una valoración goniométrica con el paciente en carga y otra valoración en descarga.

- En carga: Con el paciente en bipedestación sobre una plataforma, colocaremos el goniómetro en la parte medial del pie con el brazo móvil paralelo a la bisectriz de la falange proximal y el brazo fijo lo colocaremos sobre la bisectriz del primer metatarsiano.

De esta forma aplicaremos fuerza a la falange proximal del hallux realizando de forma pasiva una flexión dorsal de la 1ª AMTF hasta lograr su máximo rango articular.

- En descarga: El paciente se encontrará decúbito supino con el pie en una posición relajada.

Se utilizará nuevamente el goniómetro de dos brazos. Se colocará el pivote del centro del goniómetro en el lateral de la cabeza del metatarsiano, el brazo fijo paralelo a la bisectriz del primer metatarsiano y el brazo móvil se coloca paralelo a la bisección de la falange proximal.

Una vez colocados los brazos del goniómetro procedemos a la dorsiflexión de la falange proximal hasta la totalidad de su rango articular.

Se estudiará la **morfología del pie** en carga estática mediante la realización del Foot Posture Index (FPI 6).

Se trata de un test validado en el que se determina la postura del pie mediante seis pruebas visuales y palpatorias. Estos seis puntos a estudiar serán; palpación de la cabeza del astrágalo, curvatura supra e infra maleolar lateral, posición del calcáneo en el plano frontal, prominencia de la región escafoidea, congruencia del arco longitudinal interno (ALI), abducción/aducción del antepié con respecto al retropié. A cada prueba realizada

Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.

se le puntuará con un número entre -2 y +2, siendo -2 una posición máxima de supinación, 0 una posición de neutralidad y +2 una posición de máxima pronación (tabla III).

Al final del estudio se sumarán las puntuaciones obtenidas y el resultado nos indicará el valor final del FPI 6 ¹⁴.

Tabla III: Valores del FPI 6.

Valor FPI 6	Morfología del pie
-12 a -5	Máximamente supinado
-4 a -1	Supinado
0 a +5	Normalidad
+6 a +9	Pronado
+10 a +12	Máximamente pronado

Se realizará, también, un **estudio de la pisada** mediante el uso de un pedígrafo, tanto en estática como en dinámica. De esta manera obtendremos el tipo de huella del paciente (cava, plana o normal) y los puntos de hiperpresión en la dinámica.

9.7.1.4. Nivel de actividad física

La actividad física se medirá a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) en su formato corto autoadministrado de los últimos 7 días (Anexo IV). Este cuestionario utiliza como indicaciones de gasto energético los MET (Metabolic Equivalent Task). La fórmula para el cálculo del gasto energético, así como de los niveles de actividad física se especifican en el Anexo IV.

Por otra parte, se recogerá información, en el cuaderno de recogida de datos, sobre los años de práctica deportiva del sujeto, cuantos entrenamientos realiza por semana

(frecuencia), duración de estos entrenamientos, el número de competiciones anuales a las que asiste el atleta y que disciplina practica el sujeto a estudio. Las diferentes disciplinas de valla pueden ser 60, 100, 110 o 400 metros, siendo la primera en pista cubierta y las tres últimas al aire libre.

9.7.1.5. Otras variables de interés

El cuaderno de recogida de datos se completará con los datos sobre la pierna dominante del sujeto y si ha padecido o no lesiones en los miembros inferiores previas.

Mediante la Escala Visual Analógica (EVA) (Anexo V) se recogerá la presencia de dolor e intensidad del dolor del sujeto. Se mide mediante una línea horizontal dividida en 10 puntos, siendo de izquierda a derecha menor dolor o mayor dolor presente. Los resultados serán dolor leve si el paciente indica un número menor de 3, dolor moderado si indica un número entre 4 y 7 y dolor severo si es mayor de 8.

9.8. Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos en el estudio, se realizará un análisis descriptivo de las variables incluidas.

Las variables cualitativas se expresarán con un valor absoluto y un porcentaje con una estimación del 95% de intervalo de confianza. Las variables numéricas se describirán con el valor medio \pm desviación típica, mediana y rango.

El análisis bivariado se realizará mediante la comparación de medias por medio de la T de Student o test de Mann-Whitney según corresponda tras comprobar la normalidad (test Kolmogorov-Smirnov).

La posible asociación entre variables cualitativas se estimará con el estadístico Chi² o exacto de Fisher.

El análisis estadístico se llevará a cabo con el programa SPSS 25.0 para Windows.

9.9. Limitación del estudio

Este estudio puede verse limitado por los siguientes sesgos:

Sesgo de selección: se puede dar cuando hay un error sistemático en el proceso de selección de sujetos del estudio.

Sesgo de información: se da por errores cometidos a la hora de obtener la información, ya sea en la clasificación, medición de los parámetros a estudiar o por sesgos de memoria de los sujetos del estudio.

Sesgo de confusión: se trata de la existencia de otros factores o variables que no se han tenido en cuenta y que repercuten directamente sobre los resultados del estudio.

9.10. Búsqueda bibliográfica

Para localizar la información científica actualizada sobre el tema de estudio anteriormente descrito, se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ámbito sanitario y deportivo, como son Pubmed/Medline, Sportdiscus, Scopus y Google Scholar. La misma se lleva a cabo en marzo del 2019.

La estrategia de búsqueda se basó en los siguientes términos MeSH: “metatarsophalangeal joint”, “athletes”, “running”, “jumper”, “hurdle race”, “foot”.

Tras la búsqueda, teniendo en cuenta los criterios de inclusión de artículos, se seleccionaron 10.

Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.

Criterios de inclusión de artículos:

- Relacionados con la temática de estudio.
- Posibilidad de acceso al texto completo de manera gratuita.
- Realizado en humanos.
- Publicados en español o inglés.
- Publicados durante los últimos 10 años.

10. PLAN DE TRABAJO

La realización de este estudio estará organizada como se ilustra en el siguiente cronograma (Tabla IV).

Tabla IV: Cronograma del plan de trabajo.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Recogida de datos bibliográficos							
Solicitud de autorizaciones							
Obtención de datos							
Interpretación y análisis de datos							
Elaboración del artículo final							

11. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

La investigación se realizará respetando la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial 1964, de los principios éticos para investigaciones médicas en seres humanos, y el convenio de protección de los derechos humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, desarrollado en Oviedo el 4 de abril de 1997 y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Los investigadores que participen en el estudio se comprometen, a que todos los datos clínicos recogidos de los sujetos a estudio estarán separados de los datos de identificación personal, y se garantizará la confidencialidad de los participantes en la investigación y el cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (Anexo VI, VII).

El estudio se desarrollara respetando en todo momento los requisitos éticos y legales exigidos por la normativa de investigación biomédica vigente aplicable en este caso en concreto.

12. PLAN DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación van dirigidos a los deportistas y profesionales como médicos, fisioterapeutas, podólogos y preparadores físicos entre otros.

Se enviarán a revistas de interés para el campo de estudio como la Revista Española de Podología. También se enviará a congresos de podología como; Congreso Nacional de Podología, Congreso Nacional de Estudiantes de Podología, Congreso de Estudiantes de Podología de Ferrol, con la finalidad de la aceptación para su posterior presentación.

13. FINANCIACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

13.1. Infraestructura

Dado que la realización de este estudio se realizará en las instalaciones deportivas de los clubs y de las sedes de los campeonatos a los que asistiremos, se contará con sus instalaciones para la realización de las mediciones. Se solicitará una sala en la que se realizará la recogida de los datos iniciales como criterios para la selección de participantes en el estudio y la recogida de información con las pruebas de evaluación. Los deportistas acudirán de uno en uno.

13.2. Recursos materiales

Para la realización del estudio se necesitarán recursos materiales tales como; material inventariable; goniómetro, camilla, báscula, lápiz demográfico, pedígrafo, ordenador y impresora. Material de oficina como papel, bolígrafos y carpetas.

Por otro lado se tendrán en cuenta los gastos propios de desplazamientos a campeonatos, instalaciones de atletismo y asistencia a congresos.

El desglose de los gastos totales de este estudio se presenta en la tabla de gastos (Tabla V) de recursos materiales.

Tabla V: Tabla de gastos.

Recursos materiales	Material inventariable	Goniómetro	5 €
		Camilla	Aportado por el club
		Báscula	Aportado por el club
		Lápiz dermatográfico	5 €
		Pedígrafo	100 €
		Ordenador	Aportado por el investigador
		Impresora	Aportado por el investigador
	Material de oficina	Papel	10 €
		Bolígrafos	5 €
		Carpetas	5 €
	Asistencia a congresos	Congreso Nacional de Podología	200 €
		Congreso Nacional de Estudiantes de Podología	200 €
		Congreso de Estudiantes de Podología de Ferrol	0 €
Desplazamientos a instalaciones y campeonatos		Aportado por el investigador	
TOTAL			530 €

13.3. Recursos humanos

Los recursos humanos de este estudio serán el investigador principal, que se encargará de la recogida de datos, su posterior análisis y la coordinación del investigador colaborador en caso de haberlo. Si un segundo investigador quisiera involucrarse o fuese necesario en la realización del estudio, lo haría como investigador colaborador ayudando en la recogida de datos, tanto de los cuestionarios como de las exploraciones pertinentes.

13.4. Posibles fuentes de financiación

Para la realización de este estudio se solicitará la colaboración económica a:

- Ayudas para la elaboración de proyectos de investigación y acción complementarias dentro del Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental. Ministerio de Ciencias e Innovación.
- Becas para proyectos de investigación de salud del Instituto de Salud Carlos III.
- Ayudas de Programas Sectores de Investigación aplicada PEME I+D e I+D Suma. Biomedicina y ciencias de la salud (CSA), Consellería de economía e industria da Xunta de Galicia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Orejana AM. Efecto de la cuña supinadora de retropié sobre la primera articulación metatarsofalángica. Universidad Complutense de Madrid; 2016.
2. Maestro M, Besse J-, Leemrijse T. Biomecánica del gran artejo o hallux. EMC - Podología. 2008; 10(4):1-9.
3. De Maeseneer M, Moyson N, Lenchik L, et al. MR imaging-anatomical correlation of the metatarsophalangeal joint of the hallux: Ligaments, tendons, and muscles. Eur J Radiol. 2018; 106:14-19.
4. Lorente, Andrés López del Amo. Propuesta de valoración del daño corporal en la primera articulación metatarsofalángica según su funcionalidad y repercusión en la marcha. Universidad de Murcia; 2011.
5. Teixeira R. Biomecánica del Primer Radio. Deformidad en flexión plantar. Caso clínico. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. 2009; 3(1):53-66.
6. Kirby KA. Biomecánica del pie y la extremidad inferior. 1th ed. Arizona: Precision Intricast, Inc: 1997.
7. Moreno de la Fuente JL. Podología general y biomecánica. El sevier España, SL; Barcelona. 2009.
8. Pifarré F, Escoda J, Casal A. Las lesiones por sobrecarga en las extremidades inferiores desde el punto de vista biomecánico. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. 2016; 10(2):106-121.
9. Kirby KA. Biomecánica del pie y la extremidad inferior III. 1th ed. Arizona: Precision Intricast, Inc: 2009.

10. Nicola T, Jewinson D. The anatomy and biomechanics of running. Sports Med. 2012; 31(2):187-201.
11. Munuera PV. El primer radio. Biomecánica y ortopodología. Santander: Exa editores S.L; 2009.
12. Balias-Matas R, Rodas i Font G, Balias i Matas X. Repercusión de las carreras de vallas sobre el aparato locomotor. Archivos de Medicina del Deporte. 1992; 9(35):297-302.
13. Ranking de galicia. Federación Galega de Atletismo. [Internet]. [Consultado 4 junio 2019]. Disponible en: <https://atletismo.gal/estadistica/ranking-de-galicia/>
14. Abad E, Térmens J, Espinosa C. The Foot Posture Index. Análisis y revisión. El Peu 2011; 31(4):190-197.

ANEXOS

ANEXO I: Hoja informativa.

TÍTULO DEL ESTUDIO: Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.

INVESTIGADORES: Isabel Raposo Vidal, Jose Miguel Pumares Núñez.

CENTRO: Facultad de Enfermería e Podoloxía da Universidade da Coruña.

INTRODUCCIÓN: Mediante este documento se le detalla toda la información necesaria para la participación en el estudio. Estudio aprobado por el Comité de Ética da Investigación de Galicia. Lea detenidamente este documento y pregunte cualquier duda que le surja, podrá llevarse el documento para una mejor comprensión del mismo. La participación será totalmente voluntaria y podrá retirarse del proyecto en cualquier momento aun habiendo firmado el consentimiento informado, una vez que se abandone el proyecto se procederá a la eliminación de toda la información y datos proporcionados por usted.

OBJETIVO: Determinar las principales patologías en la primera articulación metatarsofalángica en saltadores de vallas.

DURACIÓN DE LA EXPLORACIÓN: La exploración durará aproximadamente 30 minutos.

RESULTADOS: Usted podrá solicitar información, facilitándole un resumen de los resultados del estudio.

INTERÉS ECONÓMICO: En este estudio nadie recibirá ningún beneficio económico.

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: Toda la información que se obtenga en este estudio será tratada conforme al Reglamento General de Protección de Datos

(Reglamento UE 2016-679 del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016) y normativa española vigente sobre la protección de datos.

Como participante, podrá acceder, rectificar, cancelar o oponerse contactando con el equipo de investigación. Sólo el equipo investigador y sus colaboradores, que tienen el deber de garantizar la confidencialidad, tendrán acceso a todos los datos obtenidos en el estudio. En el caso de que alguna información sea transmitida a otros países, se realizará con el nivel de protección de datos equivalentes, teniendo como mínimo el exigido en la normativa española y europea.

Para ejercer estos derechos podrá usted dirigirse al Delegado/a de Protección de Datos del centro a través de los medios de contacto antes indicados o al investigador/a principal de este estudio en el mail: [REDACTED] o tño: [REDACTED]. Así mismo, usted tiene derecho a interponer una reclamación ante la Agencia de Protección de Datos cuando lo considere si alguno de sus derechos no fue respetado.

ANEXO II: Consentimiento informado.**CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE**

Título del estudio “Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla”.

Yo, Don/dña:con
DNI.....confirmando que:

- He sido informado/a verbalmente y por escrito sobre el estudio de investigación: “Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla”, por el investigador principal José Miguel Pumares Núñez.
- Comprendo el propósito del estudio y he tenido la oportunidad de realizar las preguntas necesarias para dicha comprensión.
- Entiendo que la participación de la investigación es de carácter voluntario, que podré abandonarla en cualquier momento que lo desee sin ninguna consecuencia al respecto.
- Comprendo que mi participación en el estudio no va a obstaculizar o impedir cualquier seguimiento o tratamiento que pueda recibir por otros problemas.
- Doy mi total consentimiento para desarrollar los cuestionarios y exploraciones anteriormente mencionados y correspondientes.

Fdo.: El/la participante,

Fdo.: El/la investigador/a

Nombre y Apellidos:

Nombre y Apellidos:

Fecha:

Fecha:

ANEXO III: Cuaderno de recogida de datos.

- **Número historia clínica:**
- **Año de nacimiento:**
- **Sexo:**
- **Altura:**
- **Peso:**
- **Índice de masa corporal:**
- **Pierna dominante:**
- **Lesiones previas del pie (especificar zona y lesión):**
- **Lugar de práctica deportiva (pista aire libre o pista cubierta):**
- **Años practicando vallas:**
- **Días a la semana de entrenamientos:**
- **Duración de los entrenamientos:**
- **Número de competiciones anuales:**
- **Disciplinas practicadas (60m/100m/110m/400m) pueden ser más de una:**

- Talla de calzado:

- Tabla FPI

	Pie izquierdo					Pie derecho				
Palpación cabeza astrágalo	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
Curvatura supra/inframaleolar	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
Posición calcáneo plano frontal	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
Prominencia región escafoidea	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
congruencia del ALI	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
Abd/add antepié respecto retropié	-2	-1	0	+1	+2	-2	-1	0	+1	+2
TOTAL										

Valor FPI6	Morfología del pie
-12 a -5	Máximamente supinado
-4 a -1	Supinado
0 a +5	Normalidad
+6 a +9	Pronado
+10 a +12	Máximamente pronado

- Zonas hiperpresión.



- Tabla rango movilidad articular en FD de 1ªAMTF.

	Pie izquierdo	Pie derecho
Carga		
Descarga		

- Presencia de patologías:

Pie izquierdo			Pie derecho		
Hallux Valgus	Hallux limitus	Hallux rigidus	Hallux Valgus	Hallux limitus	Hallux rigidus

- Tipo de huella:

Pie izquierdo			Pie derecho		
Plana	Normal	Cava	Plana	Normal	Cava

ANEXO IV: Cuestionario IPAQ.

Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ).

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?
2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?(horas,minutos por día)
3. Durante los últimos 7 días ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta?
4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada cada uno de esos días?
5. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?
6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?
7. Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día habil?

VALOR DEL TEST:

1. *Caminatas: $3'3 \text{ MET} \times \text{ minutos de caminata} \times \text{ días por semana}$ (Ej. $3'3 \times 30 \text{ minutos} \times 5 \text{ días} = 495 \text{ MET}$)*

2. *Actividad Física Moderada: $4 \text{ MET} \times \text{ minutos} \times \text{ días por semana}$*

3. *Actividad Física Vigorosa: $8 \text{ MET} \times \text{ minutos} \times \text{ días por semana}$*

A continuación sume los tres valores obtenidos:

Total = caminata + actividad física moderada + actividad física vigorosa

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN:

Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.

Actividad Física Moderada:

- 1. 3 o más días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día.*
- 2. 5 o más días de actividad física moderada y/o caminata al menos 30 minutos por día.*
- 3. 5 o más días de cualquiera de las combinaciones de caminata, actividad física moderada o vigorosa logrando como mínimo un total de 600 MET*.*

Actividad Física Vigorosa:

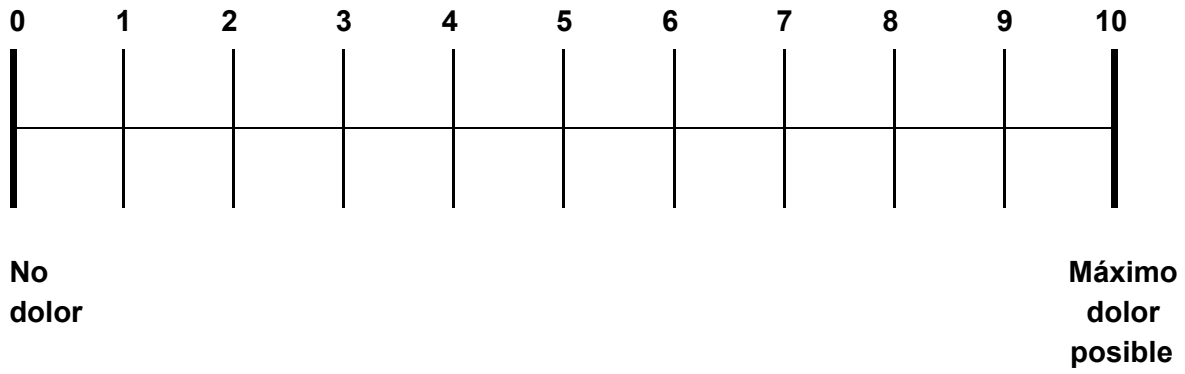
- 1. Actividad Física Vigorosa por lo menos 3 días por semana logrando un total de al menos 1500 MET*.*
- 2. 7 días de cualquier combinación de caminata, con actividad física moderada y/o actividad física vigorosa, logrando un total de al menos 3000 MET.*

**Unidad de medida del test.*

Resultado: NIVEL DE ACTIVIDAD (alto, moderado, bajo o inactivo)

.....

ANEXO V: Cuestionario EVA.



ANEXO VI: Compromiso del investigador principal.**COMPROMISO DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL.**D./D^a.

Servicio

Centro:

Hace constar:

- Que conoce el protocolo del estudio.

Título:

Código do promotor:

Versión:

Promotor:

- Que dicho estudio respeta las normas éticas aplicables a este tipo de estudios de investigación.
- Que participará como investigador principal en el mismo.
- Que cuenta con los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo el estudio, sin que esto interfiera con la realización de otros estudios ni con otras tareas profesionales asignadas.
- Que se compromete a cumplir el protocolo presentado por el promotor y aprobado por el comité en todos sus puntos, así como las sucesivas modificaciones autorizadas por este último.
- Que respetará las normas éticas y legales aplicables, en particular la Declaración de Helsinki y el Convenio de Oviedo y seguirá las Normas de Buena Práctica en investigación en seres humanos en su realización.
- Que notificará, en colaboración con el promotor, al comité que aprobó el estudio datos sobre el estado del mismo con una periodicidad mínima anual hasta su finalización.
- Que los investigadores colaboradores necesarios son idóneos.

En....., a..... de..... de

Asdo.

Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.

ANEXO VII: Compromiso del investigador secundario.

COMPROMISO DEL INVESTIGADOR COLABORADOR.

D.

Servicio

Centro:

Hace constar:

- Que conoce el protocolo del estudio

Título:

Código del promotor:

Versión:

Promotor:

- Que el estudio respeta las normas éticas aplicables a este tipo de estudios de investigación.
- Que participará como investigador colaborador en el mismo.
- Que cuenta con los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo el estudio, sin que esto interfiera con la realización de otros estudios ni con las otras tareas profesionales asignadas.
- Que se compromete a cumplir el protocolo presentado por el promotor y aprobado por el comité en todos sus puntos, así como las sucesivas modificaciones autorizadas por este último.
- Que respetará las normas éticas y legales aplicables, en particular a la Declaración de Helsinki y al Convenio de Oviedo y seguirá las Normas de Buena Práctica en investigación en seres humanos en su realización.

En..... , a..... de..... de.....

Firmado

Estudio de la primera articulación metatarsofalángica y su relación con el salto de valla.