

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**TRABALLO DE FIN DE GRAO EN PODOLOXÍA**

**Curso académico 2020 / 21**

Estudio ecográfico del grosor del tendón de  
Aquiles en relación con patrones  
morfoestructurales del pie

Laura Quiroga Rodríguez

**Director(es): Francisco Alonso Tajés**

**Manuel Romero Soto**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN ESTRUCTURADO .....</b>	<b>5</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	5
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.3 METODOLOGÍA .....	5
1.4 PALABRAS CLAVE.....	5
1.5 RESULTADOS .....	5
1.6 CONCLUSIONES .....	6
<b>2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA .....</b>	<b>7</b>
3.1 ANATOMÍA DEL TENDÓN DE AQUILES .....	7
3.2 TENDINOPATÍA AQUÍLEA.....	8
3.3 PRUEBA DE IMAGEN COMPLEMENTARIA: ECOGRAFÍA .....	10
3.4 FOOT POSTURE INDEX (FPI).....	11
<b>4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>12</b>
<b>5. HIPÓTESIS .....</b>	<b>13</b>
5.1 HIPÓTESIS CONCEPTUAL .....	13
5.2 HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA.....	13
<b>6. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
6.1 OBJETIVO PRINCIPAL .....	13
6.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	14
<b>7. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
7.1 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA: BASES DE DATOS Y PALABRAS CLAVE .....	14
7.2 DISEÑO DEL ESTUDIO .....	15
7.2.1 TIPO DE ESTUDIO .....	15
7.2.2 ÁMBITO DE ESTUDIO .....	15
7.2.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	15
7.2.4 PERIODO DE ESTUDIO.....	15
7.2.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	15
7.2.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	16
7.2.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	16
7.2.8 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL .....	16
7.2.9 VARIABLES Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.....	16
7.3 PROTOCOLO DE RECOGIDA DE DATOS.....	17
7.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
7.5 ASPECTOS ÉTICOS .....	19

<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TOTAL DE LA MUESTRA .....	20
8.2 CORRELACIONES BIVARIADAS .....	21
<b>9. DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
9.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	24
9.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	25
9.2.1 SESGO DE SELECCIÓN.....	25
9.2.2 SESGO DE INFORMACIÓN .....	25
9.2.3 SESGO DE CONFUSIÓN .....	25
9.3 IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA.....	25
<b>10. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>27</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>29</b>
12.1 ANEXO I: DOCUMENTO INFORMATIVO, COMPROMISO CONFIDENCIALIDAD Y CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	29
12.2 ANEXO II: CUESTIONARIO ONLINE .....	34
12.1 ANEXO III: TABLA INTERPRETACIÓN FPI6 .....	38

## 1. Resumen estructurado

### 1.1 Introducción

La patología aquilea es uno de los motivos más habituales en consulta podológica, ya que se trata de una estructura tendinosa que interviene en el funcionamiento fisiológico de todas las acciones que realizan el pie y el tobillo. La ecografía músculo esquelética es una de las pruebas de imagen más utilizadas para la valoración de esta estructura y sus posibles afectaciones. Con todo ello, en este estudio, utilizaremos la prueba de imagen ecográfica junto al FPI para encontrar cambios medibles que nos indiquen la relación entre el grosor del tendón de Aquiles y los parámetros morfoestructurales del pie.

### 1.2 Objetivos

Este estudio pretende determinar qué variables anatómicas fisiológicas o funcionales del pie pueden modificar el grosor del tendón de Aquiles.

### 1.3 Metodología

Estudio observacional transversal con metodología cuantitativa en el que participaron 36 sujetos situados en un rango de edad comprendido entre los 20 y los 30 años, los cuales eran estudiantes de tercero de Podología de la Universidad de La Coruña.

### 1.4 Palabras clave

Tendón Aquiles, morfología del pie, dominancia, ecografía, grosor, anchura, atletas.

### 1.5 Resultados

La medición A40 y los valores totales numéricos del FPI un resultado estadísticamente significativo, ya que  $p < 0,05$  ( $p = 0,01$ ). En la correlación entre la anchura y el FPI en función de la dominancia de la muestra, la correlación es significativa y el resultado también es estadísticamente significativo ( $p = 0,023$ ). En la correlación entre A40 y el FPI en función de si el participante no es deportista ( $n = 20$ ) el resultado sí es estadísticamente significativo ( $p = 0,029$ ).

## 1.6 Conclusiones

Se halló una relación entre el grosor del tendón de Aquiles y la morfología del pie según el FPI. Se observaron diferencias entre el grosor del TA en el lado dominante y no dominante del sujeto. Se encontraron discrepancias entre el grosor del TA y la actividad deportiva de los estudiantes.

## 2. Siglas y acrónimos

<b>Siglas y acrónimos</b>	<b>Significado</b>
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>FPI</b>	Foot Posture Índex
<b>TA</b>	Tendón de Aquiles
<b>A40</b>	Anchura a 40 mm
<b>P40</b>	Profundidad a 40 mm

### 3. Introducción: Antecedentes y estado actual del tema

La patología aquilea es uno de los motivos más habituales en consulta podológica, ya que se trata de una estructura tendinosa que interviene en el funcionamiento fisiológico de todas las acciones que realizan el pie y el tobillo [1]. Por ello, es fundamental que histológicamente se encuentre en condiciones de normalidad para que desempeñe sus funciones.

Hoy en día la ecografía músculo esquelética es una de las pruebas de imagen más utilizadas para la valoración de esta estructura y sus posibles afectaciones, gracias a su rápida interpretación, su bajo coste y a su baja inocuidad [2].

La patología del tendón de Aquiles es dependiente de muchos factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos, desde alteraciones metabólicas y hormonales hasta desequilibrios biomecánicos y morfológicos, como podría ser una hiperpronación, movimientos de dorsiflexión forzados o un pie plano o cavo. Además, teniendo en cuenta todas estas variables de afectación, el grosor del tendón podría llegar a verse alterado y repercutir así en su funcionalidad [3].

Una de las formas de valorar la morfología del pie es por medio del Foot Posture Index (FPI), permitiéndonos determinar si nos encontramos ante un pie pronado, hiperpronado, supinado o hipersupinado.

Con todo ello, en este estudio, utilizaremos la prueba de imagen ecográfica junto al FPI para encontrar cambios medibles que nos indiquen la relación entre el grosor del tendón de Aquiles y los parámetros morfoestructurales del pie.

#### 3.1 Anatomía del Tendón de Aquiles

El tendón de Aquiles es una estructura que se forma por la unión de los tendones de los músculos superficiales del compartimento posterior de la pierna (sóleo y ambos gemelos) y este se inserta en la tuberosidad del calcáneo, permitiéndonos realizar la flexión plantar del pie. Su unión músculo-tendinosa se encuentra a unos 6-9 cm a la inserción del calcáneo, mientras que la zona más adelgazada a unos 2-6 cm [4,5]. La longitud media del tendón es de 15 cm, siendo menos largo medialmente que lateralmente. La anchura de este varía a lo largo de su longitud, estableciendo la anchura en 6,8 cm, pero, en su punto más estrecho,

el tendón tiene una anchura de 1,8 cm. El grosor promedio es de 4,9 mm en sujetos sanos [5].

El órgano entésico, formado por hueso y tendón, es la región donde el tendón se une al hueso. La grasa de Kager se encuentra en el borde superior de este, situándose anterior al tendón de Aquiles y posterior al calcáneo (protegiendo los vasos sanguíneos de dicha estructura) [6]. Este tendón no presenta una vaina sinovial, sustituida en su lugar por una estructura denominada paratendón, una vaina de tejido conectivo flexible, constituida por una estructura muy vascularizada que permite una acción de deslizamiento y que, junto con el complejo muscular, suministra sangre al tendón de Aquiles.

La vascularización del tendón cambia en función de la edad y el área en cuestión. En la inserción del tendón nos encontraríamos con la zona de mayor suministro de sangre en personas menores de 30 años, siendo en las mayores a esta edad, su zona con sangrado más abundante en el origen del tendón [5]. A 2-6 cm por encima de la inserción del calcáneo situaríamos la zona menos vascularizada, en cualquier rango de edad, lo que implica que tras un periodo lesional se retrase su reparación. Es de gran interés destacar la presencia de dos bursas que pueden padecer patología asociada al tendón de Aquiles, tales como la bursa retrocalcánea (almohadilla grasa que protege al tendón y se encuentra entre la parte posterior del calcáneo y el tendón) y la bursa retroaquílea (se encuentra en la superficie del tendón) [5,6]. En cuanto a la inervación del tendón de Aquiles, este se encuentra inervado por fibras nerviosas que se originan en el nervio sural (nervio safeno corto) [5,6].

Es común que el tendón de Aquiles sea una fuente frecuente de dolor y disfunción por tendinopatía o rotura, debido a las demandas funcionales que se le hacen (pudiendo soportar cargas hasta 10 veces mayores que el peso corporal) [5].

### 3.2 Tendinopatía Aquílea

Se considera una de las lesiones por sobreuso más comunes en pie y tobillo a la tendinopatía Aquílea, presentándose con mayor frecuencia en individuos que practican deportes que incluyen correr y saltar [5].

El término tendinopatía abarca tanto a la tendinitis como a la tendinosis. La primera de ellas se produce por causas inflamatorias y la segunda por fenómenos degenerativos. Ambas se



denominan conjuntamente puesto que son idénticas desde el punto de vista clínico y radiológico, siendo necesario para distinguir las un estudio anatomopatológico [1]. En la tendinopatía existen cambios histológicos en el tendón que están provocados por un exceso de carga que no es capaz de soportar. Este aumento de carga puede deberse a un esfuerzo repetido, a un estiramiento excesivo del músculo, o simplemente a una mala postura mantenida que pida una contracción muscular más tiempo del debido [7].

En 2009, Jill Cook presenta el modelo continuo, que sugiere que las tendinopatías pasan por 3 fases en las que el tendón sufre cambios histológicos según su afectación [3]. La descripción y desarrollo de estas son:

1. **Tendinopatía reactiva:** respuesta proliferativa no inflamatoria, en la que se produce un engrosamiento a corto plazo del tendón, con el fin de disminuir el estrés generado sobre este tras una sobrecarga. Si se reduce la carga o el tiempo de adaptación entre cargas es el suficiente el tendón vuelve a su estado normal [3].

2. **Deterioro del tendón/Fallo en la reparación:** en esta fase el daño en la matriz extracelular es mayor. También puede aparecer neovascularización.

3. **Tendinopatía degenerativa:** la matriz extracelular se encuentra dañada, desordenada y neovascularizada, con cambios celulares, pudiéndose observar en ciertas áreas muerte celular. El cuerpo del tendón se ve heterogéneo.

La tendinopatía crónica del TA es más habitual en personas mayores que en los jóvenes. Además, cuando la tendinopatía es insercional tiende a ocurrir en personas más activas, mientras que la no insercional ocurre normalmente en personas mayores, menos activas y con sobrepeso [5].

La etiología de la tendinopatía Aquilea puede ser de origen multifactorial, pudiendo llegar a verse comprometido el tendón tanto por factores intrínsecos como extrínsecos [3]. De todos ellos destacamos:

### **Intrínsecos**

- Hiperpronación del retropié.
- Pie plano o cavo.
- Genu varo o valgo.

- Desequilibrio y/o debilidad muscular.
- Inflexibilidad de las partes blandas.
- Laxitud articular.
- Sobrepeso.
- Aporte sanguíneo: isquemia, hipoxia.

### **Extrínsecos**

- Intensidades y duraciones inadecuadas en la práctica deportiva.
- Mala técnica deportiva.
- Fatiga.
- Subir cuestas o gradas.
- Velocidad de ejecución.
- Número de repeticiones.
- Equipamiento inadecuado (calzado).
- Tipo de superficie.

El principal estímulo patológico de esta lesión es el resultado de un desequilibrio entre la elasticidad de los tendones y la potencia muscular durante el entrenamiento o la actividad física. Y la estructura responde a esta sobrecarga repetitiva con la inflamación de su vaina llamada paratendón, con una degeneración de su cuerpo, o la combinación de ambas [5].

### **3.3 Prueba de imagen complementaria: Ecografía**

La ecografía es una prueba de imagen útil para el estudio del sistema músculo esquelético. Su uso cada vez es más frecuente gracias a la mayor accesibilidad a estos equipos. Es una prueba de imagen rápida, inocua y de fácil acceso, permitiendo el estudio dinámico en tiempo real y comparativo, además del bajo coste que esta supone [8].

La ecografía puede detectar los cambios agudos y crónicos de la estructura tendinosa siendo las lesiones más comunes e importantes la tendinopatía, tenonitis y ruptura. En estadios avanzados de la lesión (crónicos), mediante esta técnica de imagen, podemos detectar el proceso cicatrizal, nuevos procesos inflamatorios y los cambios relacionados con el tratamiento [4]. Mediante ecografía se puede estudiar el tendón de Aquiles en toda su longitud, visualizándose, al igual que otros tendones, como una estructura de fibras

paralelas ecogénicas muy característica, en el plano longitudinal. En el plano axial se ve como una estructura ovalada ecogénica [1].

En condiciones normales, en el eje largo o corte longitudinal el tendón de Aquiles se observa como una fina y compacta red de fibras paralelas de ecogenicidad homogénea, cuyo espesor es ligeramente más grueso en el extremo distal, pero con disminución progresiva del espesor al extremo proximal, donde se convierte en una aponeurosis delgada entre el músculo sóleo y los vientres del gastrocnemio. En el eje corto o corte transversal el tendón de Aquiles es ovoide o redondeado, con un patrón interno fibrilar paralelo hiperecoico [4].

La bursa retrocalcánea puede ser vista como una capa delgada de fluido alrededor del tendón. En el aspecto ventral del tendón está la almohadilla de grasa de Kager, identificada como una estructura moderadamente ecogénica e irregular.

En general, estos cambios se observan en las zonas insercionales o no insercionales, y están asociados al mecanismo de lesión. En la tendinopatía crónica la porción media del tendón se observa engrosada; en la vista longitudinal el tendón se ve engrosado en toda su longitud. En la vista transversal, es redondeado con zonas hipoecoicas focales difusamente delimitadas, y es difícil realizar una medición exacta del tamaño de éstas.

En un caso de tendinopatía distal, el tendón aumenta su grosor, y la ecoestructura es irregular. Las fibras del tendón tienen una estructura irregular, desorganizada, y están separadas por zonas hipoecoicas. Se puede encontrar distensión o aumento de volumen del tejido subcutáneo o de la bursa retrocalcánea asociado al engrosamiento de sus paredes e incremento del contenido líquido. Es común encontrar calcificaciones (zonas hiperecogénicas) dentro del tendón de Aquiles, distales a la inserción en el calcáneo.

### 3.4 Foot Posture Index (FPI)

El Foot Posture Index es una herramienta de diagnóstico clínico destinada a valorar la postura general del pie en los tres planos del espacio, mediante la observación y palpación de seis criterios clínicos [9,10]. Su objetivo es ser un método de diagnóstico sencillo que nos sirva para enmarcar las diferentes características de la postura del pie en un único resultado cuantificable, permitiéndonos así valorar la posición global de este, sin necesidad de utilizar instrumentos de medición de alto coste. Es un sistema de valoración que presenta

diversas ventajas como el ser poco invasivo, su bajo coste, el fácil manejo de este (asimilación y evaluación), además de ser un método científico validado y reconocido internacionalmente.

La medición del FPI se tendrá que llevar a cabo con el paciente en bipedestación, relajado y con su ángulo y marcha normal, habiendo realizado unos pasos previos de acomodación. Los seis criterios empleados para establecer el FPI son: palpación de la cabeza del astrágalo, curvatura supra e infra maleolar, posición del calcáneo en el plano frontal, prominencia de la región talo-navicular, congruencia del arco longitudinal interno y abducción/aducción del antepié con respecto al retropié.

De la suma de todos los valores se obtendrá una puntuación final entre +12 o -12, clasificándose el tipo de pie en función de este resultado como [9]:

- De -12 a -5 pie máximamente supinado.
- De -4 a -1 pie supinado.
- De 0 a +5 pie normal.
- De +6 a +9 pie pronado.
- De +10 a +12 pie máximamente pronado.

#### 4. Justificación del estudio

La relevancia científica de este estudio se justifica ya que va a aportar más datos a este campo de investigación debido a que son pocos los estudios [11,12,13,14] que contemplen las variables que analizamos (FPI, actividad deportiva y dominancia) relacionadas con la anatomía del tendón de Aquiles y sus posibles variantes en su morfología de la anchura y profundidad. Además, este estudio se apoya en el uso del ecógrafo como instrumento de medición para garantizar una mayor fiabilidad en la obtención de los resultados. En cuanto a ello, se pretende generar nuevas líneas de investigación en relación con este campo de la podología.

## 5. Hipótesis

### 5.1 Hipótesis conceptual

La hipótesis conceptual que se plantea es la siguiente:

*“El grosor del tendón de Aquiles medido por su anchura y profundidad es dependiente de variables anatómicas o fisiológicas del pie”.*

### 5.2 Hipótesis nula y alternativa

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existe una relación entre la profundidad y anchura del TA y el tipo de pie categorizado por el FPI.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existe una relación entre la profundidad y anchura del TA y el tipo de pie categorizado por el FPI.
- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existen diferencias entre la profundidad y anchura del TA y la dominancia del sujeto.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existen diferencias entre la profundidad y anchura del TA y la dominancia del sujeto.
- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existen relaciones entre la profundidad y anchura del TA con la práctica deportiva del sujeto.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existen relaciones entre la profundidad y anchura del TA con la práctica deportiva del sujeto.
- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** El IMC no modifica la anchura y profundidad del tendón de Aquiles.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** El IMC modifica la anchura y profundidad del tendón de Aquiles.

## 6. Objetivos

### 6.1 Objetivo principal

El objetivo del estudio es determinar qué variables anatómicas fisiológicas o funcionales del pie pueden modificar el grosor del tendón de Aquiles medido por su anchura y profundidad.

## 6.2 Objetivos secundarios

Los objetivos específicos de este estudio son:

1. Determinar si existe una relación entre el grosor del tendón de Aquiles y la morfología del pie según el FPI.
2. Establecer si existen diferencias entre el grosor del TA en el lado dominante y no dominante del sujeto.
3. Determinar si existen discrepancias entre el grosor del TA y la actividad deportiva de los estudiantes (si practican o no practican deporte).
4. Establecer si existe una relación entre el IMC y el grosor del tendón de Aquiles.

## 7. Metodología

### 7.1 Búsqueda bibliográfica: bases de datos y palabras clave

Para la estrategia de búsqueda de este estudio, se emplearon diversas bases de datos y motores de búsqueda, introduciendo diferentes combinaciones de palabras en varios idiomas.

**TABLA 1. Búsqueda bibliográfica**

<b>Motores de búsqueda y bases de datos</b>	<b>Pubmed, Scopus, Google Scholar</b>
<b>Términos de búsqueda (castellano e inglés)</b>	"Tendón Aquiles" "Tendón Aquiles grosor" "Tendón Aquiles anchura" "Tendón aquiles estudio ecográfico" "Achilles tendon" "Achilles tendon atheletes" "Achilles tendon flatfoot" "Achilles tendon morphology foot" "Achilles tendon thickness" "Achilles tendon width" "Achilles tendon dominance" "Achilles tendon dominance athletes" "Achilles tendon ultrasound" "Achilles tendon ultrasound athletes"
<b>Combinaciones de búsqueda (inglés y castellano)</b>	((Achilles tendon) AND (Thickness OR width OR morphology)) AND (Ultrasound))

NOT (surgery) AND (flatfoot OR athletes OR dominance)

( TITLE-ABS-KEY ( achilles AND tendon ) AND TITLE-ABS-KEY ( thickness OR width OR morphology ) AND TITLE-ABS-KEY ( ultrasound ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( surgery ) AND TITLE-ABS-KEY ( flatfoot OR athletes OR dominance ) )

Tendón aquiles grosor anchura ecografía

## Resultados

Pubmed: 221

Scopus: 314

## 7.2 Diseño del estudio

### 7.2.1 Tipo de estudio

Estudio observacional transversal con metodología cuantitativa.

### 7.2.2 Ámbito de estudio

El ámbito de estudio se restringió a estudiantes del grado de Podología en el Campus de Ferrol de la Universidad de A Coruña.

### 7.2.3 Población de estudio

La población de estudio está formada por estudiantes de tercero de Podología de la promoción 2018-2022, en edades comprendidas entre los 20 y los 30 años, tanto sexo femenino como masculino.

### 7.2.4 Periodo de estudio

El periodo de estudio se ha llevado a cabo en los meses de marzo y de junio de 2021.

### 7.2.5 Criterios de inclusión

Para participar en el estudio los criterios necesarios fueron:

- Ser estudiante de tercero de Podología en la UDC.

Estudio ecográfico grosor tendón Aquiles en relación con variables morfoestructurales

- Tener entre 20 y 30 años.

#### 7.2.6 Criterios de exclusión

- Que la persona participante tenga en el momento de la exploración dolor o alguna alteración en el tendón de Aquiles.

La muestra para el estudio estuvo formada por 36 sujetos, que cumplían los requisitos mencionados anteriormente.

#### 7.2.7 Selección de la muestra

Se trata de un muestreo no probabilístico por conveniencia. El motivo principal por el cual se seleccionó a los estudiantes de tercer curso de Podología estuvo parcialmente motivado por el hecho de que el contexto de la pandemia exigía máxima prudencia a la hora de evitar contagios y, dado que estos estudiantes ya se encontraban en la clínica, realizando prácticas con todas las medidas de seguridad, su participación en el estudio minimizaba riesgos, además de cumplir con los criterios de inclusión marcados en el estudio.

La selección se realizó contactando con la delegada del curso para la difusión del estudio. A aquellos interesados e interesadas en participar, se les proporcionó el acceso al cuestionario y, posteriormente a la exploración y prueba de la ecografía.

#### 7.2.8 Justificación del tamaño muestral

Se ha incluido una muestra total de 36 personas, lo que ha permitido detectar coeficientes de correlación significativos de  $r \geq 0,45$ , con un nivel de seguridad del 95% y un poder estadístico del 80% al estudiar los pies de manera individual, y de  $r \geq 0,33$  al estudiar ambos pies de manera conjunta.

#### 7.2.9 Variables y metodología de medición

Para la recogida de variables que establecen el perfil del participante se encuentran la edad, el sexo, actividad deportiva, enfermedades y lesiones relacionadas con el tendón de Aquiles, las cuales se recogieron mediante un cuestionario en línea (Anexo II). En cuanto a las variables de medición se utilizó un medidor de pie para establecer la longitud y anchura de este, el IMC (calculado con la fórmula peso en kg partido por la talla en m<sup>2</sup>), la categoría



del pie mediante la prueba validada FPI6 (Anexo III) y la anchura y profundidad del tendón de Aquiles mediante una medición ecográfica.

### 7.3 Protocolo de recogida de datos

En primer lugar, se envió al correo electrónico de los estudiantes de tercero de Podología un documento en el que se incluía la información necesaria para saber en qué consistía el estudio y un enlace adjuntado en el mismo, para poder realizar el cuestionario en línea que incluía el consentimiento informado (para realizar dicho cuestionario y la posterior medición ecográfica y exploración visual). En segundo lugar, se pautó una visita para poder realizar las pruebas oportunas. El procedimiento para la toma de datos de medición fue el siguiente:

1. El paciente se descalza y se tumba en la camilla de exploración para valorar ecográficamente la profundidad y anchura del grosor del tendón de Aquiles, tanto en el lado dominante como no dominante.
2. A continuación, se le pide al paciente que se ponga de pie encima del medidor, para establecer la longitud y anchura del pie. Posteriormente se le indica que se suba al podoscopio para obtener los valores del FPI de ambos pies.
3. Se le pide al paciente que se ponga encima de la báscula para determinar el IMC, midiéndolo y pesándolo.
4. La medición ecográfica se realizó con el paciente en decúbito prono con los pies libres de apoyo en la camilla y articulación de tobillo a 90°.
5. El punto T0, correspondiente al punto del tendón donde este deja de tener inserción en el calcáneo, se localizó utilizando un marcador metálico en el centro de la sonda y trasladando la referencia a la piel del paciente mediante un bolígrafo dermatográfico.
6. Desde T0 y en dirección longitudinal se marcan los puntos T20, T40 y T60 en sentido proximal utilizando una regla milimétrica a una distancia de 20, 40 y 60mm respectivamente.
7. Posteriormente, situando la sonda ecográfica en cada uno de los puntos se realiza la medición de anchura y profundidad tomando como referencia el punto de mayor distancia en cada plano entre las líneas de mayor ecogenicidad representativa del tejido paratendinoso del tendón Aquileo.
8. Para el posterior análisis estadístico, de las mediciones realizadas a 3 distancias desde la inserción del TA en el calcáneo, se escoge finalmente la medición de P40

(profundidad a 40 mm) y A40 (anchura a 40 mm). Esta elección se justifica por corresponder P40 y A40 al punto crítico de lesión más común del TA.



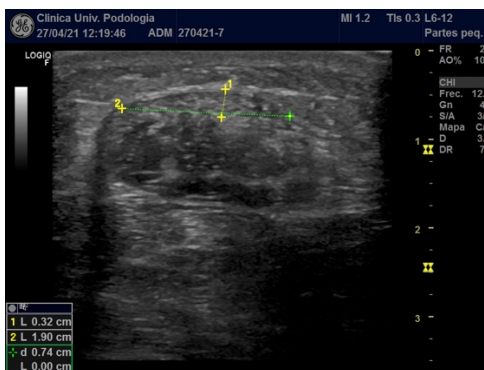
**Figura 1.** Marcador metálico sobre inserción TA



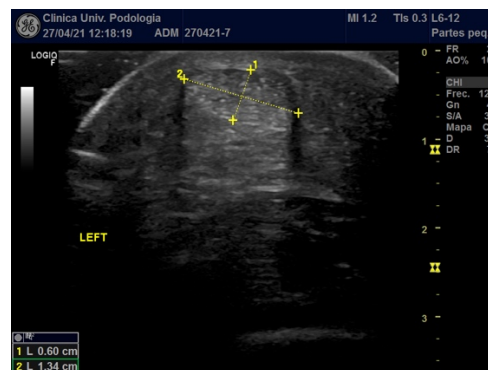
**Figura 2.** Marcación referencia medición con regla Perthes y lápiz dermatográfico



**Figura 3.** Medición de los puntos mediante sonda ecográfica



**Figura 4.** Exploración ecográfica transversal de la anchura del TA a 40 mm del calcáneo



**Figura 5.** Exploración ecográfica transversal de la profundidad del TA a 40 mm del calcáneo

El material y aparataje utilizados a lo largo del estudio son los siguientes:

- Regla de Perthes.
- Gubia fija (marcador metálico).

Estudio ecográfico grosor tendón Aquiles en relación con variables morfoestructurales

- Rotulador dérmico.
- Medidor del pie para determinar la longitud y la anchura.
- Podoscopio.
- Báscula.
- Ecógrafo modelo FS general electric.
- Sonda LG – medio 12.

#### 7.4 Análisis estadístico

Todos los datos fueron recogidos mediante el Procesador Microsoft Excel 2021 para Mac (Versión 16.49 (21050901)) y después fueron pasados al SPSS Versión 1.0.0.1508 (1.0.0.1508) para el análisis estadístico de los datos. En primer lugar, se hizo un análisis descriptivo de la muestra tanto de los resultados de las variables cualitativas, tales como la edad, el sexo y la actividad física, en n y % y las variables cuantitativas, tales como el FPI, el IMC y la edad, dando la media, mediana, el mínimo y el máximo.

Seguidamente se hizo un análisis bivariado para ver la correlación entre variables (ej. FPI y ancho y profundidad del TA) utilizando para ello el “Test de Spearman”. Finalmente, para la segmentación de datos esta se realizó mediante “K muestras independientes”.

#### 7.5 Aspectos éticos

Los aspectos éticos de este estudio han sido supervisados por los profesores tutores responsables de la dirección del estudio. Esta supervisión se ha hecho conforme al protocolo de cumplimiento de los requisitos éticos de los trabajos de fin de grado de las titulaciones de grado en Enfermería y Podología.

Esta investigación, dado que incluyó pruebas y recogida de datos relacionados con la salud de los participantes, respetó los principios éticos de la Declaración de Helsinki (64ª Asamblea General, Brasil, octubre 2013).

Se adoptaron las medidas oportunas para garantizar la completa confidencialidad de sus datos personales, conforme a lo que dispone la LO 3/2018, del 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27/04/2016, relativo a la protección de las personas físicas en el que respeta al tratamiento de los datos personales y a la libre

circulación de esos datos y por lo que se deroga la Directiva 95/46CE (Reglamento general de protección de datos).

Para ello, los datos necesarios para llevar a cabo este estudio fueron codificados, asignándosele un código a cada uno de los participantes de manera que solo miembros del equipo investigador podrán asociar los datos a las personas participantes utilizando esta información adicional.

Le informamos que la responsable en materia de protección de datos de la Universidad de A Coruña para cualquier consulta relacionada con la rectificación de datos o revocación del consentimiento informado es [Dña. Luz María Puente Alba](#), adjunta a la Secretaría General de la Universidad de A Coruña con la que puede contactar a través de los teléfonos [881011605](#) / [881011161](#) o en el correo electrónico [dpd@udc.gal](mailto:dpd@udc.gal).

## 8. Resultados

### 8.1 Características generales del total de la muestra

Las características del total de la población estudiada ( $n=36$ ) se muestran en la **Tabla 1**. Cabe destacar que las variables anchura, longitud y morfología serán consideradas como independientes para el pie izquierdo y para el pie derecho de los individuos, por lo cual, se analizarán por separado, dando lugar a que el número total de estas variables sea el doble que el de la muestra de participantes.

En la muestra existe un predominio de las mujeres (80,6%) con respecto a los hombres (19,4%). La media de edad de la muestra estudiada es de  $22,4 \pm 2,1$  años, con una mediana de 21 (el más joven tiene 21 años y el más mayor 29). La media del IMC de la muestra es de  $25,4 \pm 5,45$ , siendo el IMC más bajo de 19,8 y el más alto de 41. La prevalencia de estudiantes deportistas con respecto a los no deportistas es de un 44,4%, predominando los participantes sedentarios con un 55,6%.

Dentro de los valores totales de longitud y anchura del pie, nos encontramos ante una anchura media de  $9,12 \pm 0,54$  (siendo la anchura máxima de 10,3 y la mínima de 8) y una longitud media de  $24,36 \pm 1,16$  (siendo la longitud máxima de 26,5 y la mínima de 21,9).

En función de la clasificación de la morfología del pie según el FPI, observamos que en la muestra (n=72) se determinan 39 pies neutros (54,2%), 28 pies pronados (38,9%) y 5 pies supinados (6,9%).

**TABLA 2. Características del total de la población estudiada**

<b>Variables</b>	<b>n</b>	<b>%</b>			
<b>Sexo</b>					
Hombre	7	19,4			
Mujer	29	80,6			
<b>Actividad</b>					
Deportistas	16	22,2			
No deportistas	20	27,8			
<b>Morfología</b>					
Neutros	39	54,2			
Pronados	28	38,9			
Supinados	5	6,9			
<b>Variables</b>			<b>Media <math>\pm</math>DT</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mín/Máx</b>
<b>Edad</b>			22,39 $\pm$ 2,16	21	21-29
<b>IMC</b>			25,37 $\pm$ 5,45	23,52	19,82-41,03
<b>Anchura</b>			9,12 $\pm$ 0,54	9	8-10,3
<b>Longitud</b>			24,36 $\pm$ 1,16	24,36	21,9-26,5

## 8.2 Correlaciones bivariadas

**TABLA 3. Correlaciones bivariadas**

	<b>Profundidad (P40)</b>		<b>Anchura (A40)</b>	
	Coeficiente	Valor de p	Coeficiente	Valor de p
<b>FPI numérico</b>	0,134	0,261	-0,3	<b>0,01</b>
<b>IMC</b>	0,032	0,852	0,199	0,246
	n	Valor de p	n	Valor de p
<b>FPI categórico</b>	72	0,256	72	0,148

Entre la medición P40 y los valores totales numéricos del FPI se muestra que no hay una asociación significativa y el coeficiente de correlación es prácticamente de 0.

No obstante, sí se muestra que existe entre la medición A40 y los valores totales numéricos del FPI un resultado estadísticamente significativo, ya que  $p < 0,05$  ( $p = 0,01$ ) y el coeficiente de correlación prácticamente está cerca de -1.

Para ambas mediciones (P40 y A40) en relación con el FPI categórico, las diferencias desde un punto de vista significativo no son significativas ( $p = 0,256$ ;  $p = 0,148$ ).

Existe una correlación entre el IMC y la medición P40, pero no es un resultado estadísticamente significativo. De nuevo, las diferencias desde un punto de vista significativo no son significativas para ambas mediciones, tanto P40 como A40 ( $p = 0,852$ ;  $p = 0,246$ ).

**TABLA 4. Correlaciones bivariadas**

	Profundidad		Anchura	
	Coefficiente	Valor de p	Coefficiente	Valor de p
<b>FPI (no dominancia)</b>	-0,065	0,763	-0,324	0,122
<b>FPI (dominancia)</b>	0,281	0,164	-0,444	<b>0,023</b>
<b>FPI (dominancia cruzada)</b>	0,167	0,456	-0,111	0,624
<b>FPI (deportista)</b>	0,150	0,579	-0,044	0,872
<b>FPI (no deportista)</b>	0,438	0,053	-0,489	<b>0,029</b>

En la correlación entre P40 y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde no son dominantes 24 pies, la correlación sí que es significativa, pero el resultado no es estadísticamente significativo ( $p = 0,763$ ). En la correlación entre P40 y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde son dominantes 26 pies, el resultado no es significativo ( $p = 0,164$ ). En la correlación entre P40 y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde presentan dominancia cruzada 22 pies, el resultado no es significativo ( $p = 0,456$ ). En la correlación entre P40 y el FPI en función de si el participante es deportista ( $n = 16$ ), el resultado no es significativo ( $p = 0,579$ ). En la correlación entre P40 y el FPI en función de

si el participante no es deportista ( $n= 20$ ) la correlación es cuasi-significativa ( $p= 0,053$ ). Se encuentra en el límite de la significación estadística.

En la correlación entre A40 y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde no son dominantes 24 pies, la correlación sí que es significativa, pero el resultado no es estadísticamente significativo ( $p=0,122$ ). En la correlación entre la anchura y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde son dominantes 26 pies, la correlación sí es significativa y el resultado también es estadísticamente significativo ( $p=0,023$ ). En la correlación entre A40 y el FPI en función de la dominancia de la muestra donde presentan dominancia cruzada 22 pies, la correlación sí es significativa, pero el resultado no es estadísticamente significativo ( $p=0,624$ ). En la correlación entre la A40 y el FPI en función de si el participante es deportista ( $n= 16$ ), la correlación es significativa, pero el resultado no es estadísticamente significativo ( $p=0,872$ ). En la correlación entre A40 y el FPI en función de si el participante no es deportista ( $n= 20$ ) el resultado sí es estadísticamente significativo ( $p= 0,029$ ).

## 9. Discusión

### 9.1 Discusión de los resultados

Como se ha descrito anteriormente, el objetivo de este estudio es conocer si existe una relación entre los parámetros morfoestructurales del pie y el grosor del tendón de Aquiles, en función de la dominancia y la actividad deportiva.

Respecto a las variables que nos aportan información sobre la anchura y profundidad del tendón de Aquiles, hemos encontrado que existen diferencias significativas entre personas no deportistas en el lado dominante. En este sentido, Ying y cols. [15] realizaron un estudio del grosor y área del tendón de Aquiles en el que compararon un grupo sedentario y no sedentario, así como la comparación entre el lado dominante y no dominante. El grosor fue significativamente mayor en ambos lados en el grupo no sedentario, sin embargo, la anchura, sólo fue significativamente mayor en el lado dominante. Bohm et. al [14], en su estudio sobre la comparación de las propiedades del tendón de Aquiles en función del miembro dominante y no dominante, concluyeron que existe una asimetría del tendón en función de la dominancia del pie. Además, las propiedades del tendón pueden llegar a verse afectadas en función de la carga mecánica que este reciba de las actividades diarias, habiendo discrepancias entre el lado dominante y no dominante. Aunque en nuestro estudio, se observa una relación significativa entre la anchura y profundidad del tendón de Aquiles y los sujetos no deportistas, Siu et. al [16], mostraron que otras propiedades del tendón como la rigidez, se ve aumentada en función de la dominancia del pie y en individuos que practican deporte.

En nuestros resultados encontramos que en la medición de la sección transversal del tendón de Aquiles en pacientes con pies pronados el grosor del tendón es más delgado. Esto lo podemos corroborar según estudios como el de Murley et. al, dónde se halló una asociación entre pacientes con pies planos y una sección transversal del tendón de Aquiles más delgada [11]. Según Gonul et. al [12], que evaluaron ultrasonográficamente el tendón de Aquiles en niños (9-16 años) con pie plano, concluyeron que la edad y el peso son variables para tener en cuenta en un tendón de Aquiles más delgado.

Con respecto a la variable que nos aporta datos acerca de parámetros morfoestructurales del pie, hemos observado que existen diferencias significativas entre la morfología y la



anchura del tendón de Aquiles. Según Carpintero et al. factores biomecánicos generados por deformidades como el pie cavo, varo de tobillo y varo de antepié, provocan que el pie contacte con el suelo en una posición de supinación excesiva, compensándose esto con una hiperpronación en la fase de apoyo plantar, y, por tanto, ocasionando un movimiento anormal de rotación al tendón. [17]

En cuanto a la relación del tendón con el Foot Posture Index, no se ha encontrado autores que combinaran la anchura y profundidad con esta variable para observar posibles alteraciones o relaciones.

## 9.2 Limitaciones del estudio

### 9.2.1 Sesgo de selección

En este estudio existe un sesgo de selección debido a que se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. No obstante, se ha tratado de minimizar el efecto del sesgo de selección mediante los criterios de inclusión que han permitido homogenizar la muestra.

### 9.2.2 Sesgo de información

Sesgos derivados del proceso de obtención de datos. Para minimizar este sesgo se han seleccionado pruebas validadas y las medidas fueron obtenidas mediante equipos con una gran fiabilidad. Así mismo las principales pruebas fueron obtenidas por personas experimentadas en el uso del instrumental o los equipos.

### 9.2.3 Sesgo de confusión

Sesgo asociado a la intervención de terceras variables en la asociación entre variables según el análisis bivariado. Para minimizar este sesgo es preciso realizar un análisis estadístico multivariado, no habiéndose llevado a cabo en este estudio.

## 9.3 Implicaciones para la práctica

Los resultados de este estudio nos han permitido aumentar el conocimiento sobre los criterios de normalidad anatómica del tendón de Aquiles y su relación con parámetros

anatómicos o funcionales del pie, lo cual repercute de manera positiva en la toma de decisiones de diagnóstico clínico que permitan comparar las desviaciones de la normalidad en la morfología del tendón en situación patológica.

## 10. Conclusiones

1. Existe una relación entre el grosor del tendón de Aquiles y la morfología del pie según el FPI.
2. Existen diferencias entre el grosor del TA en el lado dominante y no dominante del sujeto.
3. Existen discrepancias entre el grosor del TA y la actividad deportiva de los estudiantes.
4. No existe una relación entre el IMC y el grosor del tendón de Aquiles.

Destacamos la necesidad de realizar más estudios como este, con mayor tamaño muestral, teniendo en cuenta los parámetros estructurales del pie y las propiedades del tendón, para continuar profundizando en el conocimiento de la relación del grosor del tendón de Aquiles en comparación con todas las variables implicadas.

## 11. Bibliografía

1. Huerga, C. C., González, M. L. V., Martínez, G. A., & Peinador, A. M. (2011). Lesiones del tendón de Aquiles. diagnóstico por imagen/Achilles tendon injuries. diagnostic imaging. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 5(2), 35.
2. Martín, P., Calvo-Lobo, C., & Sanz-Corbalán, I. (2019). Estado actual de la validez y fiabilidad de la valoración ecográfica del tendón de Aquiles.
3. Manuel, I. L. (2018). Prevención secundaria de la tendinopatía Aquilea en corredores de fondo mediante ejercicios excéntricos: Ensayo clínico aleatorio.
4. Romero-Barajas, A. L. E. J. A. N. D. R. O., Ventura-Ríos, L. U. C. I. O., Pineda, C. A. R. L. O. S., & Hernández-Díaz, C. R. I. S. T. I. N. A. (2014). Tendón de Aquiles y su Estudio Ultrasonográfico; Más Allá de sus Alteraciones Inflamatorias. *Rev chil Reum*, 30, 122-127.
5. Ostolaza Zabala, U. (2020). Abordaje fisioterapéutico de la tendinopatía aquilea en atletas: punción seca y ejercicios excéntricos.
6. Lopez Tellez, M. J. (2018). Efectividad del ejercicio excentrico en la tendinopatía Aquilea insercional. Una revision sistematica.
7. González de la Flor, Á. (2013). Ejercicios Excéntricos en Tendinopatía Aquilea.
8. Barrancos, I. M. S., Serrano, A. L. R., Santisteban, R. G., García, S. M., Rodríguez, T. H., Gago, P. L., & Ferrín, L. C. (2018). Utilidad y fiabilidad de la ecografía clínica musculoesquelética en medicina familiar (1): rodilla, hombro y entesis. *Atención Primaria*, 50(10), 629-6
9. Abad, E., Térmens Arbós, J., Espinosa Mondaza, C., Subirà i Gomà, R., & Arnés, A. (2011). The Foot posture index. Análisis y revisión. *El Peu-Revista de Podologia*, 2011, vol. 31, num. 4, p. 190-197.
10. Romero Sánchez, M. (2019). Influencia de la práctica de artes marciales en adolescentes sobre los parámetros del Foot Posture Index.
11. Murley GS, Tan JM, Edwards RM, De Luca J, Munteanu SE, Cook JL. Foot posture is associated with morphometry of the peroneus longus muscle, tibialis anterior tendon, and Achilles tendon. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Jun;24(3):535-41. doi: 10.1111/sms.12025. Epub 2013 Jan 10. PMID: 23301865.
12. Gonul Y, Yucel O, Eroglu M, Senturk I, Eroglu S, Dikici O, Cartilli O, Ulasli M. Ultrasonographic evaluation of Achilles tendon in children with flatfoot: A case-control

- morphometric study. *Diagn Interv Imaging*. 2016 Sep;97(9):907-13. doi: 10.1016/j.diii.2016.02.005. Epub 2016 Mar 17. PMID: 26997428.
13. Hullfish TJ, Hagan KL, Casey E, Baxter JR. Achilles tendon structure differs between competitive distance runners and nonrunners despite no clinical signs or symptoms of midsubstance tendinopathy. *J Appl Physiol* (1985). 2018 Aug 1;125(2):453-458. doi: 10.1152/jappphysiol.00012.2018. Epub 2018 May 17. PMID: 29771609.
  14. Bohm S, Mersmann F, Marzilger R, Schroll A, Arampatzis A. Asymmetry of Achilles tendon mechanical and morphological properties between both legs. *Scand J Med Sci Sports*. 2015 Feb;25(1):e124-32. doi: 10.1111/sms.12242. Epub 2014 May 5. PMID: 24798645.
  15. Ríos-Díaz, J., Martínez-Payá, J. J., De-Groot-Ferrando, A., & Del-Baño-Aledo, M. E. (2009). Nuevo método de análisis textural mediante matrices de co-ocurrencia del nivel de gris sobre imagen ecográfica del tendón de Aquiles: diferencias entre deportistas y sedentarios. *Cuest Fisioter*, 38(2), 68-79.
  16. Siu WL, Chan CH, Lam CH, Lee CM, Ying M. Sonographic evaluation of the effect of long-term exercise on Achilles tendon stiffness using shear wave elastography. *J Sci Med Sport*. 2016 Nov;19(11):883-887. doi: 10.1016/j.jsams.2016.02.013. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26996945.
  17. Carpintero Benitez, P., Mesa Ramos M., González Pérez I., Sánchez Castillejo G., Gascon Veguin E., Carreto Ribot A., & Carpintero Renero A. (1995). Lesiones del tendón de Aquiles en corredores de larga distancia. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 9(1), 0-0.

## 12. Anexos

### 12.1 Anexo I: Documento informativo, compromiso confidencialidad y consentimiento informado



#### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN GENERAL Y COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

El objetivo de este documento es informarle sobre las características del estudio en el que se le invita a participar, así como solicitar su consentimiento en caso de estar interesado en participar. Es importante que lea detenidamente el presente documento y aclare todas sus dudas con el equipo de investigación. Puede hacerlo, por teléfono o por correo electrónico a través de los datos de contacto que se facilitan en el apartado **"Datos de contacto de los/las investigadores/as para aclaraciones o consultas"**.

#### 1. DOCUMENTO INFORMATIVO

La investigación del estudio para el cual le pedimos su participación se titula: **"Estudio ecográfico del grosor del tendón de Aquiles en relación con parámetros morfoestructurales del pie"**. Francisco Alonso Tajés, tutor del trabajo de fin de grado, podólogo y profesor de la Facultad de Enfermería Y Podología de la Universidad de A Coruña, ha supervisado que los aspectos éticos cumplen los criterios establecidos por el Comité de Ética de la Investigación y la Docencia de dicha universidad.

##### a. Equipo investigador

**Laura Quiroga Rodríguez**, alumna de 4º de Podología en la Universidad de A Coruña, autora del trabajo de fin de grado, participará en todas las fases de la elaboración del estudio y es la principal responsable de la recogida de datos.

**Francisco Alonso Tajés**, podólogo y profesor titular de la Universidad de A Coruña, tutor y responsable de la supervisión del trabajo. Responsable del diseño del estudio y análisis de los datos.

**Manuel Romero Soto**, podólogo y profesor titular de la Universidad de A Coruña, tutor y responsable de la supervisión del trabajo. Responsable del diseño del estudio y análisis de los datos.

##### b. Objetivo y utilidad del estudio

El objetivo del estudio se centra en recoger información relacionada con datos de interés que nos permitan comparar los patrones ecográficos del grosor del tendón de Aquiles en estudiantes de Podología, valorando si los resultados obtenidos del grosor de la estructura a medir nos indican ante qué pie estamos. Estos datos se obtendrán de un cuestionario en línea y una exploración en la que se realizarán una serie de pruebas visuales descritas a continuación.

Dentro de las utilidades del estudio para el participante, nos encontramos con que este podrá saber finalmente si existe un paralelismo entre el grosor de su tendón de Aquiles y la morfología de su pie, datos que nos ayudarán a tomar medidas preventivas en caso de que patologías de esta estructura pudiesen llegar a desarrollarse.

##### c. Selección de las personas participantes

La selección de participantes se realizará entre estudiantes de Podología.

- **Los criterios de inclusión** para participar en el estudio son:
  1. Ser estudiante de Podología en la UDC.
  2. Tener entre 20 y 30 años.
- **Los criterios de exclusión** para participar en el estudio son:
  1. Que la persona participante tenga en el momento de la exploración dolor o alguna alteración en el tendón de Aquiles que impida o pueda alterar la exploración ecográfica.

**d. Metodología del estudio; tipo de colaboración de la persona participante y duración de dicha colaboración:**

En este estudio observacional su participación tiene dos aspectos claves, en primer lugar, contestar un cuestionario en línea donde se responderán preguntas relacionadas con sus datos personales, actividad física, lesiones previas y su tratamiento (el tiempo total estimado de participación en el estudio es de **5 minutos**).

En segundo lugar, la participación consistirá en una exploración en la que se realizarán las siguientes pruebas: se categorizará la morfología del pie según una prueba visual categorizada llamada foot posture index (FPI), se realizará una medición ecográfica del tendón de Aquiles para determinar el grosor, se tomarán medidas antropométricas (talla, peso) y medidas en relación con la anchura y longitud del pie.

**e. Tipo de información:**

- El cuestionario contiene varias secciones, de las cuales, la primera trata sobre las preguntas relacionadas con el consentimiento informado. Una vez hayan sido respondidas, dicho cuestionario consta con otras secciones como: datos generales del participante, datos deportivos, lesiones y tratamientos con una relación directa con el tendón de Aquiles.
- Se obtendrán datos métricos como altura, peso (cálculo del índice de masa corporal) así como la anchura y longitud del pie, además de una medición ecográfica del grosor del tendón de Aquiles.

**f. Posibles molestias y riesgos para la persona participante:**

- La primera parte del estudio recoge los datos a través de un cuestionario en línea no existen ni molestias ni riesgos para la persona participante. La segunda parte del estudio, al tratarse de un estudio de observación y exploraciones de manera visual y con la técnica ecográfica no se espera ninguna molestia ni riesgo para el participante. La ecografía no es una técnica invasiva por lo cual no hay molestias ni riesgos esperadas en estas exploraciones.



**g. Medidas para responder a los acontecimientos adversos:**

Dado que la participación de este estudio consiste en el cuestionario y en pruebas de exploración de pruebas no invasivas no se esperan acontecimientos adversos de ningún tipo. No obstante, dado que el estudio se desarrolla en la clínica universitaria de Podología y bajo supervisión de profesores sanitarios, se pondrán todas las medidas necesarias para atender cualquier evento.

**h. Posibilidad de compensación:**

No existe contraprestación económica por la participación. Si lo desean, las participantes podrán acceder tanto a los resultados finales globales del estudio e individuales.

En cuanto al beneficio que puedan obtener los participantes, estos podrán saber el estado ecográfico del grosor de su tendón de Aquiles, y, saber, al final del estudio, si tras respondidas y analizadas las preguntas del cuestionario de este, además de pruebas complementarias como FPI e IMC, el participante presenta una predisposición a lesionarse, si el estado de su tendón es fisiológico, etc.

**i. Decisión de no participar:**

La participación en el estudio es completamente voluntaria, pudiendo abandonar el estudio en el momento que así lo desee (abandonar el estudio consistiría en no terminar el cuestionario o no enviarlo o, en caso de la exploración, no acudir a la cita).

**j. Retirada del estudio**

Las personas participantes en el estudio tienen el derecho a retirarse de la investigación en cualquier momento, sin dar explicaciones y sin que tenga consecuencia alguna. Para ello, únicamente tiene que solicitar la revocación del consentimiento mediante el procedimiento que se incluye al final del documento del consentimiento informado. De no ser así, esos datos podrían ser utilizados por el equipo investigador.

**k. Previsión de uso posterior de los resultados:**

Los resultados obtenidos en el estudio se utilizarán con fines de docencia e investigación científica, pudiendo derivarse de la investigación la divulgación de los resultados generales en una publicación, una conferencia o comunicación a un congreso. En el caso de publicación en artículo en una revista científica, este podrá ser de acceso restringido, o de acceso libre en internet, pudiendo, en este último supuesto, ser leído por personas ajenas al ámbito científico. En caso de que este estudio sea publicado, los participantes tendrán la posibilidad de acceder a la publicación realizada. En ningún momento se divulgarán resultados o datos individuales que pudiesen identificar al participante.

**l. Acceso a la información y resultados de la investigación:**

En caso de que la persona participante en el estudio esté interesada en acceder a los resultados globales e individuales, deberá contactar con el investigador responsable del estudio en la dirección de correo electrónico [REDACTED]. Se le informará de los resultados de la exploración en el momento en el que esta se finalice.

**m. Aspectos económicos. Financiación, remuneración y explotación:**

Este estudio no tiene ninguna fuente de financiación y no existe ningún tipo de remuneración económica para los integrantes del equipo investigador.

n. **Datos de contacto de los investigadores para aclaraciones o consultas:**

- **Laura Quiroga Rodríguez** Telf: [REDACTED] Correo electrónico: [REDACTED]
- **Francisco Alonso Tajés** Telf: [REDACTED] Correo electrónico: [REDACTED]
- **Manuel Romero Soto** Telf: [REDACTED] Correo electrónico: [REDACTED]

## 2. COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

### a. **Medidas para asegurar el respeto a la intimidad y a la confidencialidad de los datos personales**

Se adoptaron las medidas oportunas para garantizar la completa confidencialidad de sus datos personales, conforme a lo que dispone la LO 3/2018, del 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27/04/2016, relativo a la protección de las personas físicas en el que respeta al tratamiento de los datos personales y a la libre circulación de esos datos y por lo que se deroga la Directiva 95/46CE (Reglamento general de protección de datos).

Para ello, los datos necesarios para llevar a cabo este estudio serán codificados, asignándosele un código a cada uno de los participantes de manera que solo miembros del equipo investigador podrán asociar los datos a las personas participantes utilizando esta información adicional.

Le informamos que la responsable en materia de protección de datos de la Universidad de A Coruña para cualquier consulta relacionada con la rectificación de datos o revocación del consentimiento informado es **Dña. Luz María Puente Alba**, adjunta a la Secretaría General de la Universidad de A Coruña con la que puede contactar a través de los teléfonos [REDACTED] o en el correo electrónico [REDACTED].

### b. **Cesión, reutilización y período de retención de los datos**

Los datos recogidos en el estudio codificados serán conservados por un periodo de cinco años por el investigador responsable, tutor y supervisor del trabajo, siendo la única persona que podrá acceder a estos datos durante este periodo. La reutilización de los datos en posteriores estudios que continúen la línea de investigación del presente estudio durante el periodo de conservación mencionado será siempre con las mismas garantías de respeto a la intimidad y de confidencialidad recogidas en este estudio, y que se rigen por los criterios establecidos en la disposición adicional decimoséptima previstos en la Ley orgánica 3/2018, del 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.

## 3. CONSENTIMIENTO



Como estudiante de Podología de la UDC de la Comunidad Autónoma de Galicia del curso académico 2020/2021, se le invita a participar en el estudio mediante la realización de un cuestionario en línea y de una exploración descrita en el apartado d. Al acceder al cuestionario y antes de responder a las preguntas deberá aceptar las condiciones del estudio teniendo en cuenta que la aceptación de esas condiciones conlleva aceptar las condiciones que se detallan en la siguiente declaración y consentimiento:

Tanto para participar en el estudio respondiendo al cuestionario y acudiendo a la exploración descrita en el apartado d previamente tendrán que aceptar las condiciones que se declaran y consienten en este consentimiento:

#### **DECLARO que**

He sido informado/a por escrito de las características del estudio  
 He dispuesto de un procedimiento para realizar observaciones o preguntas y, de haberlas realizado, me fueron aclaradas dichas dudas  
 He comprendido las explicaciones que se me facilitaron y en qué consiste mi participación en el estudio  
 Sé cómo y a quién dirigirme para realizar preguntas sobre el estudio en el presente o en el futuro  
 He sido informado/a de los riesgos asociados a mi participación  
 Confirmando que mi participación es voluntaria  
 Comprendo que puedo revocar el consentimiento en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin que repercuta negativamente en mi persona

#### **CONSIENTO**

Participar en el estudio  
 Que se utilicen los datos facilitados para la investigación  
 Que se obtengan fotografías en las que no pueda ser identificado para fines del estudio  
 Que se utilicen los datos facilitados en publicaciones científicas  
 Que se utilicen los datos facilitados en reuniones y congresos  
 Que se utilicen los datos facilitados para la docencia  
 Que se conserven los datos de forma codificada al finalizar el estudio para su uso en futuras investigaciones

#### **SOLICITUD DE ACCESO A LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En caso de estar interesada en acceder a los resultados generales o individuales del estudio o a los artículos científicos una vez fueran publicados deberá realizar dicha solicitud escribiendo a los correos de los investigadores [REDACTED]

#### **REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO**

En caso de estar interesada en revocar el consentimiento anteriormente otorgado, deberá realizar dicha solicitud escribiendo a los correos de los

investigadores: [REDACTED]

## 12.2 Anexo II: Cuestionario online

## DATOS PARTICIPANTE

3

Indica tu número de DNI/NIF: \*

4

Indica tu sexo: \*

- Mujer
- Hombre

5

Indica tu año de nacimiento: \*

6

Señala si padeces alguna de las siguientes enfermedades: \*

*Señale todas aquellas con las que se identifique*

- Artritis reumatoide
- Lupus
- Afecciones de tiroides
- Diabetes
- Hipercolesterolemia
- No padezco ninguna

7

Indica si en los últimos 5 años has estado en tratamiento farmacológico con: \*

- Quinolonas (antibiótico)
- Corticoesteroides
- Ambos fármacos
- No he estado bajo tratamiento de estos fármacos

## DATOS DEPORTIVOS

8

¿Realizas algún tipo de práctica deportiva? \*

- Sí
- No

9

En caso de que la respuesta anterior sea "Sí" indica el deporte que practicas: \*

10

En caso de realizar un deporte y que este requiera un gesto deportivo claro como el "CHUT" en el fútbol, determina cuál es tu miembro dominante: \*

- Izquierdo
- Derecho
- Ambidiestro
- No lo tengo claro/ No soy consciente de tener un miembro más dominante que otro

11

¿Cuántas horas a la semana dedicas a la práctica deportiva? \*

- Menos 5 horas
- Entre 6-12 horas
- Entre 13-19 horas
- Más de 15-20 horas

## LESIONES PREVIAS Y TRATAMIENTO

12

En relación a las diferentes patologías del tendón de Aquiles indica si has sido diagnosticado por un profesional de la salud (podólogo, traumatólogo, médico de cabecera, etc.) de las siguientes alteraciones: \*

*Señale todas aquellas con las que se identifique*

- Paratendinitis o paratenonitis aquilea
- Tendinopatía de adherencia
- Tendinosis aquilea
- Ruptura de tendón de Aquiles
- Bursitis retrocalcánea
- Bursitis retroaquilea
- Tendinosis aquilea calcificada
- Tendo-fascitis aquilea
- Síndrome de Haglund
- No he padecido ninguna afección

13

En el caso de haber sufrido una lesión en el tendón de Aquiles indica cuál/cuáles de las siguientes opciones se relaciona con el tratamiento realizado: \*

*Señale todas aquellas con las que se identifique*

- Reposo
- Terapia farmacológica
- Crioterapia (aplicación de hielo)
- Ejercicios de flexibilización
- Ejercicios de potenciación
- Vendaje funcional
- Vendaje neuromuscular
- Plantillas
- Infiltraciones con corticoides
- Terapia manual
- Ultrasonidos u ondas de choque
- Electrólisis percutánea músculo-esquelética
- Ejercicios de contracción excéntrica
- Otras

14

¿Ha sufrido algún tipo de dolor en la región del tendón de Aquiles en los últimos 7 días? \*

*Señale todas aquellas con las que se identifique*

- Sí, de forma continua
- Sí, de forma esporádica
- No, nunca

15



Si padeces algún tipo de molestia indica en función de la siguiente imagen cuál es la región anatómica donde se produce el dolor: \*

Señale todas aquellas con las que se identifique

- Región 1
- Región 2
- Región 3
- Región 4
- Región 5
- Región 6

## 12.1 Anexo III: Tabla interpretación FPI6

<b>Rearfoot Score</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Talar head palpation	Talar head palpable on lateral side/ but not on medial side	Talar head palpable on lateral side/ slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head slightly palpable on lateral side/ palpable on medial side	Talar head not palpable on lateral side/ but palpable on medial side
Curves above and below the malleoli	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter/ more shallow than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below malleolus markedly more concave than curve above malleolus
Calcaneal inversion/eversion	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
<b>Forefoot Score</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Talo-navicular congruence	Area of TNJ markedly concave	Area of TNJ slightly, but definitely concave	Area of TNJ flat	Area of TNJ bulging slightly	Area of TNJ bulging markedly
Medial arch height	Arch high and acutely angled towards the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central portion	Arch very low with severe flattening in the central portion – arch making ground contact
Forefoot abd/adduction	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible