

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

**DISERTACIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
TERAPIA FÍSICA**

**FACTORES DE RIESGO QUE PREDISPONEN A TENDINOPATÍA DE AQUILES
EN DEPORTISTAS DE ATLETISMO ENTRE 18 A 66 AÑOS. ESTADIO “ELOY
ALFARO”. CHIMBACALLE. QUITO. PERIODO ENERO-SEPTIEMBRE 2021**

Elaborado por:

GABRIELA FERNANDA GUACHAMÍN QUISAGUANO

QUITO, SEPTIEMBRE, 2021

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar estadísticamente si los factores de riesgo planteados en este estudio predisponen a tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo del estadio “Eloy Alfaro”. Chimbacalle. Quito. La muestra de 12 deportistas de atletismo entre 18 a 67 años fue dividido en 2 grupos, 6 atletas con diagnóstico médico y /o fisioterapéutico de tendinopatía de Aquiles y 6 atletas sin tendinopatía de Aquiles. Se relacionó varios factores de riesgo tanto intrínsecos (edad, sexo, IMC, fuerza, dorsiflexión limitada, fuerza de los flexores plantares) como extrínsecos (carga y tiempo de entrenamiento) con la presencia de esta lesión. El análisis estadístico T de student y U de Mann-Whitney de todos los factores de riesgo mostró un (p-valor) >0.05 , es decir, no existe diferencia estadísticamente significativa de ningún factor de riesgo planteado en este estudio con la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Palabras clave: tendinopatía de Aquiles, factores de riesgo, atletismo, lesión.

ABSTRACT

The purpose of this research was to statistically determine if the risk factors raised in this study predispose to Achilles tendinopathy in athletic athletes of the “Eloy Alfaro” stadium. Chimbacalle. Quito. The sample of 12 athletic athletes aged 18 to 67 years was divided into 2 groups, 6 athletes with a medical and / or physiotherapeutic diagnosis of Achilles tendinopathy and 6 athletes without Achilles tendinopathy. Several risk factors, both intrinsic (age, sex, BMI, strength, limited dorsiflexion, plantar flexor strength) and extrinsic (load and training time) were related to the presence of this injury. The statistical analysis of Student's T and Mann-Whitney U of all risk factors showed a (p-value) > 0.05 , that is, there is no statistically significant difference of any risk factor raised in this study with the presence of Tendinopathy. Achilles.

Key words: Achilles tendinopathy, risk factors, athletics, injury.

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por la salud y la vida, por darme todas las fuerzas para superar los obstáculos y guiarme por el camino del bien.

A mis padres Melva y Víctor por ser unos seres excepcionales, por el cariño, por depositar toda su confianza en mí, pero sobre todo por el esfuerzo y sacrificio durante estos años para que yo pueda alcanzar mi sueño de ser profesional, un regalo que jamás olvidaré.

Mamá y papá gracias por preocuparse por cada etapa de mi educación, sé que su vida estuvo marcada por la carencia, la ausencia y la falta de oportunidades sin embargo han sabido salir adelante, han tenido que trabajar muy duro por conseguir todo en la vida y lo han sabido lograr, ustedes fueron mi mayor ejemplo de superación, sin su apoyo nada sería posible, gracias por abrazarme fuerte cuando los necesite, gracias por sus palabras de aliento en aquellos días grises y de alegría, los amo infinitamente con todo mi corazón.

A mi pequeño Mateo gracias por ser parte de este proceso, por acompañarme en todas las facetas de mi vida siempre.

Un profundo agradecimiento a mis catedráticos, excelentes profesionales con gran calidad humana y ética, cada uno dejó huella con el valioso conocimiento transmitido en las aulas de clase y en los centros de práctica, por la paciencia y la entrega, pero sobre todo por apasionarnos por el mundo de la fisioterapia y el movimiento.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador gracias por todo, siempre llevaré mi universidad en mi mente y mi corazón a donde quiera que vaya.

Un agradecimiento especial a los deportistas de atletismo de este trabajo de disertación que contribuyeron a obtener datos significativos que aportan a nuevas indagaciones ya que sin ustedes no sería posible la presentación de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Víctor y Melva gracias por tanto, a todos mis amigos y familiares quienes alguna vez me apoyaron para realizar videos demostrativos o trabajos gracias por estar conmigo siempre.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
Planteamiento del problema	13
Justificación.....	15
Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
Metodología	17
1.4.1 Tipo de estudio y nivel de investigación	17
1.4.2 Universo y muestra.....	18
1.4.3 Criterios de inclusión	18
1.4.4 Criterios de exclusión	19
1.4.5 Plan de recolección y análisis de información.....	19
1.4.6 Fuentes.....	19
1.4.7 Instrumentos y técnicas.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	28

2.1 Tendón de Aquiles	28
2.2 Anatomía del Tendón de Aquiles.....	28
2.2.1 El músculo tríceps sural.....	30
2.2.2 Gastrocnemio.....	30
2.2.3 Sóleo	30
2.2.4 Funciones del gastrocnemio y sóleo.....	31
2.2.5 Plantaris	32
2.3 Tendón de Aquiles en relación con la fascia plantar.....	33
2.4 Vascularización del Tendón de Aquiles.....	34
2.5 Inervación del Tendón de Aquiles	37
2.6 Histología del Tendón de Aquiles.....	39
2.7 Biomecánica del Tendón de Aquiles.....	40
2.8 Tendinopatía de Aquiles.....	42
2.8.1 Clasificación de la Tendinopatía	43
2.8.2 Síntomas	44
2.8.3 Etiología.....	45
2.8.4 Modelo Continuo.....	46
3.1 Factores de riesgo.....	47
3.1.1 Factores de riesgo intrínsecos.....	47
3.1.2 Factores de riesgo extrínsecos	51
3.2 Diagnóstico.....	57

3.3 Tratamiento	60
3.4 Atletismo	66
3.4.1 Especialidades del atletismo	66
3.5 Hipótesis.....	67
3.6 Operacionalización de las variables	67
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
4.1 Resultados	71
4.2 Discusión.....	83
4.3 Limitaciones del estudio.....	85
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES.....	87
Bibliografía	88
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del IMC de según la OMS	24
Tabla 2. Índice de Hernández Corvo	27
Tabla 3. Origen, inserción y acción del tríceps sural.	32
Tabla 4. Distribución según el sexo de los atletas (n= 12)	71
Tabla 5. Distribución de la edad de los atletas por intervalos (n=12).....	72
Tabla 6. Distribución según el IMC de los atletas (n=12)	75
Tabla 7. Resultados de la prueba de elevación de talones (n=12)	75
Tabla 8. Intervalos de elevación de talones (n=12)	76
Tabla 9. Limitación de la dorsiflexión en los atletas (n=12)	77
Tabla 10. Tipo de pie en los atletas (n=12).....	78
Tabla 11. Distribución según la carga de entrenamiento en los atletas (n=12)	79
Tabla 12. Distribución según la frecuencia de entrenamiento por días de semana (n=12).....	80
Tabla 13. Distribución según el tiempo de entrenamiento de atletismo (n=12)	81

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Test de elevación de talón.....	21
Imagen 2. Test de Lunge.....	23
Imagen 3. Protocolo Hernández Corvo.....	26
Imagen 4. Tipos de Pie.....	27
Imagen 5. Escala de Borg	27
Imagen 6. Tendón de Aquiles y fascia plantar en el pie anciano.....	34
Imagen 7. Esquema de suministro de sangre al tendón de Aquiles.	36
Imagen 8. Irrigación sanguínea del tendón de Aquiles.....	39
Imagen 9. Pie cavo y pie plano	51
Imagen 10. Partes del calzado.....	56

Imagen 11. Palpación del tendón de Aquiles.....	58
Imagen 12. Modelo de monitorización del dolor.....	62
Imagen 13. Ejercicios de carga del tendón de Aquiles.	62

GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagnóstico médico/ fisioterapéutico de Tendinopatía de Aquiles (n=12)	71
Gráfico 2. Clasificación de los atletas por categorías (n=12)	73
Gráfico 3. Especialidades del atletismo (n=12)	74
Gráfico 4. Superficie de entrenamiento de los atletas (n=12).....	74

INTRODUCCIÓN

El tendón de Aquiles es el más fuerte y grueso del cuerpo humano. Su origen se localiza cerca de la mitad de la pantorrilla (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013), se origina en la fusión del músculo sóleo con los dos vientres del gastrocnemio y se inserta en el calcáneo (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2), el tendón de Aquiles es una estructura bien estudiada que permite la plantiflexión (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 1).

La tendinopatía es una lesión por sobreuso que ocurre en la extremidad inferior y superior, el paciente experimenta dolor y pérdida de la funcionalidad. Se caracteriza por cambios en la estructura del tendón lo cual afecta la capacidad de carga y tolerancia. Las tendinopatías se producen en varias partes del cuerpo, las más recurrentes son del tendón de Aquiles y rotuliano (Cook, y otros, 2017).

Correr es la forma más habitual de realizar ejercicio en todo el mundo, tiene muchos efectos positivos en la salud y también riesgos de desarrollar lesiones sobre todo en las extremidades inferiores (Mousavia, Hijmansb, Rajabic, Diercksd, & Zwervera, 2019), en efecto “La tendinopatía de Aquiles es una de las lesiones por uso excesivo más comunes del pie y el tobillo” (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 1).

El Estadio de Chimbacalle “Eloy Alfaro” es un lugar concurrido por atletas que entrenan al menos 3 veces por semana y que actualmente están presentando lesión del tendón de Aquiles y en consecuencia están abandonando el entrenamiento debido a la incapacidad que genera tanto en la práctica deportiva como en la vida diaria razón por la cual este trabajo propone relacionar los factores de riesgo tanto intrínsecos o propios del deportista y extrínsecos relacionados al entrenamiento.

El objetivo principal es determinar estadísticamente si los factores de riesgo planteados en este estudio predisponen a tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo

del estadio “Eloy Alfaro”. Chimbacalle. Quito. En tanto esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo es de tipo observacional, descriptivo y transversal con un diseño prospectivo cuyo nivel de investigación es explicativo. En cuanto a la metodología se utiliza técnicas como la encuesta, observación, análisis de datos e instrumentos como la prueba de Lunge, cinta métrica, elevación de talones, cronómetro, plantígrafo, índice de Hernández Corvo, hojas de bond, esferos, regla, hoja de encuesta y de registro.

Adicional, la investigación tiene como finalidad prevenir esta lesión en los atletas sanos que entrenan en este estadio y que al contrario de abandonar el deporte puedan desenvolverse mejor en este ámbito deportivo que tanto les gusta.

Una de las limitaciones importantes en la investigación es que no se pudo contactar a todos los participantes con esta lesión debido a que no han retomado los entrenamientos hasta la fecha actual y el abandono de 1 participante en este estudio.

CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

La tasa de incidencia de TA es 2,35 por cada 1.000. En España “las enfermedades por fatiga e inflamación de las vainas tendinosas, de tejidos peritendinosos e inserciones musculares y tendinosas constituyen el 58,92% de las enfermedades profesionales, es más común en hombres (57,67%) que en mujeres (42,33%)” (Gómez, y otros, 2020, pág. 214).

En Países Bajos, la incidencia de tendinopatía de Aquiles es de 2 a 3 por 1000 pacientes en la práctica de la medicina general, y la incidencia acumulada de por vida puede incluso aumentar a más del 50% en poblaciones activas específicas como la de corredores (Van der Vlist, y otros, 2020).

Esta lesión es frecuente en el atletismo, especialmente los que realizan carrera y salto (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020). “Puede afectar al 9% de los corredores recreativos y hacer que hasta el 5% de los atletas profesionales terminen sus carreras” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 1).

En atletas de élite de pista y campo, “el 43% informó síntomas actuales o previos de tendinopatía de Aquiles, la mayor prevalencia 83% en corredores de media distancia. Dos tercios de los atletas notaron que el dolor del tendón afectó negativamente su rendimiento” (Grävare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 438).

Las lesiones de carrera seguidas durante largo período, son 31,3% en corredores de maratón, 77,4% corredores de fondo y 84,9% corredores novatos (Mousavia, Hijmansb, Rajabic, Diercksd, & Zwervera, 2019). “Las lesiones de Aquiles ocurren anualmente en el 7% al 9% de los corredores de primera clase” (O’Brien, 2005, pág. 225).

“Afecta al 2% de la población general y puede tener una prevalencia de por vida del 42% en grupos más activos y la mayoría de los autores informan tasas de prevalencia puntual de 7-12% en individuos activos / atléticos” (O'Neill, Watson, & Barry, 2017, pág. 686).

La incidencia de roturas del tendón de Aquiles aumenta conforme la población de mayor edad es más activa que las generaciones pasadas (Egger & Berkowitz, 2017). La rotura del tendón de Aquiles “ocurre el 80% de las veces entre 2 y 6 cm proximal a la inserción del calcáneo” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 372).

En análisis de la incidencia por deportes en Ecuador, se identificó que “el 80% corresponde a deportes de resistencia (atletismo, ciclismo) o en los cuales se realizan movimientos repetitivos. Finalmente, el segmento corporal más afectado son los miembros inferiores, correspondiendo el 28% a la rodilla y el 23% al tobillo” (Martínez , 2011, pág. 17).

Justificación

El tendón de Aquiles es el más grande del cuerpo; tiene un papel importante en la biomecánica de la extremidad inferior, soporta grandes fuerzas en ejercicios deportivos y pivotantes (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010). Este tendón ve las cargas más altas en el cuerpo al correr y saltar (Dederer & Tennant, 2019, pág. 372), durante tales esfuerzos atléticos, el tendón se somete a cargas de 6 a 12 veces el peso corporal (McAuliffe, y otros, 2019). La muestra de este estudio está compuesta por deportistas de atletismo que han entrenado hasta 30 años, corresponden a la categoría de aficionados entrenando en su mayoría hasta 5 y 6 veces a la semana por lo que están expuestos a la lesión frecuente de esta estructura.

Es uno de los tendones más importantes y multifuncionales del cuerpo, abarca tres articulaciones, es integral en la flexión de la rodilla, flexión plantar del pie e inversión del retropié, dada las funciones que proporciona, la lesión de este tendón puede ser devastadora (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 1). En los últimos meses, algunos deportistas han experimentado dolor, reducción en el desenvolvimiento deportivo razón por la cual han decidido dar una pausa al deporte y buscar atención médica y fisioterapéutica para recuperarse y volver a entrenar, el retorno de una deportista toma tiempo, genera rubros económicos y puede ocasionar malestar emocional ya que es un grupo aficionado al deporte.

El tendón de Aquiles, aunque es fuerte, es uno de los tendones que se lesionan con mayor recurrencia (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013) debido al aumento de participación en actividades deportivas y / o condiciones de uso excesivo (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010). La lesión del tendón de Aquiles y rotuliana fueron las lesiones con mayor recurrencia en este grupo de atletas.

La tendinopatía de Aquiles, una de las principales causas de dolor crónico en el talón, presenta características histológicas de respuesta de curación fallida, sin evidencia de

inflamación intratendinosa (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 715), alteración de las propiedades mecánicas del tendón, rendimiento motor alterado, o desuso y atrofia muscular que resulta en incapacidad para tolerar cargas (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 1).

Es una preocupación musculoesquelética en atletas como en no atletas (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 1), desde trabajadores ambulatorios hasta deportistas profesionales (Dederer & Tennant, 2019, pág. 372). En atletas, la TA ocurre con frecuencia en personas que realizan ciclos de estiramiento y acortamiento como correr y saltar (McAuliffe, y otros, 2019).

La naturaleza crónica y debilitante de la TA genera ansiedad, depresión y mala calidad de vida. Los atletas con sentido de identidad asociado al deporte son susceptibles, pueden desarrollar kinesiofobia y el tiempo de recuperación puede durar un año o más y es común lesionarse si el regreso al deporte es rápido (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020).

El tendón de Aquiles, aunque fuerte es el más común de romperse. Las roturas son frecuentes en una población sana, activa y joven entre 37 a 43,5 años (Egger & Berkowitz, 2017). La mayoría de deportistas con ruptura participaban en deportes de forma recreativa y desean volver al mismo nivel (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 438).

La razón principal radica en que la etiología no está bien definida, existen estudios relacionados a lesiones más comunes en el atletismo, factores de riesgo de lesión en los tendones de forma general, existen pocos estudios de relación de factores de riesgo de Tendinopatía de Aquiles en grupos de atletismo, sobre todo no se han efectuado en Quito. Pero ante todo es indispensable tomar en cuenta medidas de prevención en los deportistas que aún no padecen esta lesión a fin de evitar la incidencia de tendinopatía Aquilea o peor aún de rupturas de esta estructura tan importante en nuestro cuerpo para la marcha e independencia.

Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar estadísticamente si los factores de riesgo planteados en este estudio predisponen a tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo del estadio “Eloy Alfaro”. Chimbacalle. Quito.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a la población de este estudio según el terreno de entrenamiento, categoría y especialidad de atletismo.
- Relacionar el sexo, edad, masa corporal y tiempo según frecuencia de entrenamiento por semana y años con la presencia de Tendinopatía de Aquiles mediante la aplicación de encuesta.
- Relacionar la fuerza de los flexores plantares con la presencia de Tendinopatía de Aquiles mediante la prueba de elevaciones de Talón.
- Identificar la relación entre la limitación de la dorsiflexión con la presencia de Tendinopatía de Aquiles en los atletas a partir de los resultados del Test de Lunge.
- Identificar la relación entre el tipo de pie de los atletas con la presencia de Tendinopatía de Aquiles mediante la evaluación de Hernández Corvo.
- Establecer la relación entre la carga del entrenamiento con la presencia de Tendinopatía de Aquiles con la escala de Borg.

Metodología

1.4.1 Tipo de estudio y nivel de investigación

Enfoque de investigación

Esta investigación corresponde a ser cuantitativa y cualitativa ya que las variables de estudio como la fuerza (número de elevaciones de talón), edad y tiempo de entrenamiento en

años y días de la semana se reflejan en resultados numéricos mientras que el sexo, el esfuerzo de entrenamiento, el tipo de pie y la limitación de la dorsiflexión son netamente cualitativos y no se expresaron con valores.

Tipo de investigación

El estudio es de tipo observacional porque no existió intervención del autor, transversal debido a que no es un estudio de seguimiento por lo tanto se realizó la toma de datos una sola vez y prospectivo porque los datos no fueron extraídos de historias clínicas, es decir no están generados por lo tanto se utilizó algunos instrumentos para obtenerlos.

Nivel de investigación

Corresponde a ser explicativa ya que se basó en establecer relación causal del problema.

1.4.2 Universo y muestra

Universo: 25 deportistas de atletismo

Muestra: El estudio se realizó con 12 deportistas de atletismo (6 participantes con diagnóstico de tendinopatía de Aquiles y 6 participantes sin tendinopatía de Aquiles) que entrenan en el estadio Eloy Alfaro de Chimbacalle entre 18 a 66 años de edad que correspondan al sexo masculino o femenino entre el periodo enero – septiembre 2021.

1.1.3 Criterios de inclusión

- Deportistas con presencia o ausencia de tendinopatía de Aquiles que practiquen atletismo.
- Deportistas de sexo femenino o masculino.
- Deportistas que corresponden al rango de edad entre 18 a 66 años.
- Deportistas que entrenan 3 o más días de la semana.

- Deportistas que firmaron el consentimiento informado.

1.4.4 Criterios de exclusión

- Deportistas con diagnóstico de espolón calcáneo, bursitis retrocalcánea, irritación del nervio sural.
- Deportistas con antecedente de ruptura del tendón de Aquiles, fractura por avulsión del calcáneo y esguince de tobillo.
- Deportistas que no firmen el consentimiento informado.

1.4.5 Plan de recolección y análisis de información

La recolección de datos se programó realizar en el 2021, se realizó preguntas sobre el entrenamiento y datos personales como altura, talla, peso mediante la aplicación de encuesta. Se aplicó varias pruebas o test específicos a los dos grupos tanto a los que tienen tendinopatía como a los que no tienen para relacionar la presencia de esta lesión.

Todos los datos obtenidos se introdujeron en el sistema estadístico SPSS en el cual se creó tablas de contingencia para observar la relación entre las variables, también se utilizó Microsoft Excel para crear gráficos de barra y pastel que explican los datos obtenidos.

Para conocer si existe una relación estadísticamente significativa entre los factores de riesgo y los dos grupos de atletas (con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles) se aplicó prueba de T student y prueba U de Mann-Whitney.

1.4.6 Fuentes

Se utilizó fuentes primarias como la información que proporcionó cada participante y fuentes secundarias como libros, artículos científicos obtenidos de buscadores como Pubmed y revistas científicas como BioMed Research International, editoriales médicas como Elsevier, entre otros.

1.1.7 Instrumentos y técnicas

Técnica: Encuesta

Instrumento: Hoja de encuesta entregada a los deportistas.

La encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Casas, Labrador, & Donad, 2003, pág. 527).

Utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características (Casas, Labrador, & Donad, 2003, pág. 527).

Prueba de elevación del talón para la resistencia de los músculos de la pantorrilla.

Instrumento: Prueba de elevación de talón, cronómetro y hoja de registro.

Técnica: Observación (el investigador verifica número de elevaciones de talón del atleta).

En entornos clínicos, el método más común para cuantificar la función del tendón en individuos con AT ha sido la prueba de elevación de pantorrilla o elevación de talón (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 1) .

La prueba implica una acción concéntrica-excéntrica repetitiva de los músculos flexores plantares en una posición unípoda y se cuantifica por el número total de elevaciones realizadas. Este método refleja la capacidad de realizar contracciones submáximas repetidas (es decir, fatiga o resistencia) (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 2).

Se utiliza para el diagnóstico y evaluar objetivamente los efectos de las intervenciones de ejercicio en la TA. Se basa en la suposición de que poder realizar elevaciones de talón sin

dolor utilizando repeticiones comparables con el lado sano indica una restauración funcional de la fuerza (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 2).

Es una medida de la resistencia de los músculos de la pantorrilla y se utiliza para detectar cambios con el tratamiento a lo largo del tiempo (fiabilidad test-retest: ICC = 0,78-0,84).

Según Gravare, Hanlon, & Sprague (2020):

- Se le indica al paciente que se levante lo más alto posible sobre el talón cada vez, manteniendo la rodilla recta y continúe hasta que se sienta fatigado.
- Para mantener el equilibrio, se permite al paciente colocar 2 yemas de los dedos por mano en la pared.
- Se registra el número de repeticiones y la altura máxima de elevación del talón. (pág. 441)



Imagen 1. Test de elevación de talón.

Fuente: (Premium Madrid, 2019)

Prueba de la estocada (test de Lunge)

Instrumento: Test de Lunge, cinta métrica para medir la distancia de 10cm desde la pared hasta el pie del participante y la hoja de registro.

Técnica: Observación (el investigador verifica si el participante levanta o no el talón).

La prueba de estocada con carga de peso (WBLT) es una prueba clínica que mide el rango de dorsiflexión de movimiento de la articulación del tobillo. (Hall & Docherty, 2016).

La dorsiflexión es importante para una marcha normal, subir escaleras y levantarse desde una posición en cuclillas. Los pacientes con limitación de la dorsiflexión tienen mayor riesgo de sufrir una nueva lesión y tienen restricciones en las actividades funcionales normales (Clanton, Matheny, Jarvis, & Jeronimus, 2012).

El movimiento de dorsiflexión del tobillo se mide basándose en el movimiento de la tibia, sobre el pie fijo, hacia una pared (Cipriani, Pera, Pomerantz, Reid, & Brown, 2020, pág. 88), se realiza colocando el pie perpendicular a una pared y rodilla hacia la pared. El pie se mueve secuencialmente más lejos de la pared hasta que se alcanza el rango máximo de dorsiflexión. El talón no debe levantarse del piso (Clanton, Matheny, Jarvis, & Jeronimus, 2012).

Se mide con el dedo gordo del pie y el centro del calcáneo a lo largo de una cinta métrica colocada a lo largo del piso. Esta posición es monitoreada por el terapeuta para asegurar que el calcáneo mantenga contacto con el suelo. El paciente se lanza hacia adelante hasta que la rodilla toca una línea vertical colocada en la pared (Cipriani, Pera, Pomerantz, Reid, & Brown, 2020, pág. 88).

Una prueba se considera exitosa si el paciente puede lograr el contacto con la pared mientras mantiene la alineación adecuada del pie (Cipriani, Pera, Pomerantz, Reid, & Brown, 2020, pág. 88).

Se mide la distancia del pie a la pared; menos de 9 a 10 cm se considera restringido (Clanton, Matheny, Jarvis, & Jeronimus, 2012).

Para compensar la rigidez de la dorsiflexión, los atletas pueden demostrar una flexión exagerada de la cadera y una flexión inhibida de la rodilla, y el pie puede elevarse del suelo (Clanton, Matheny, Jarvis, & Jeronimus, 2012).



Imagen 2. Test de Lunge

Fuente: (Clanton, Matheny, Jarvis, & Jeronimus, 2012).

IMC

Instrumento: Calculadora científica, hoja de encuesta, tabla de clasificación de IMC por la OMS.

Técnica: Encuesta y análisis de datos

El índice de Masa Corporal es aceptado por la mayoría de las organizaciones de salud como medida de primer nivel de la grasa corporal y como herramienta de detección para diagnosticar la obesidad (Suárez & Sánchez, 2018, pág. 128).

El IMC también se usa como factor de riesgo para el desarrollo o la prevalencia de distintas enfermedades (Suárez & Sánchez, 2018, pág. 128).

Se calcula dividiendo el peso (expresado en kilogramos) por la talla (expresada en metros) elevada al cuadrado (SemFYC, 2005, pág. 1).

Fórmula para obtener el IMC:

$$IMC = \frac{Kg}{(Estatura \text{ en metros })^2}$$

- Peso del paciente en kilogramos
- Estatura en metros.

Clasificación de la Obesidad según IMC (Kg/m²)

Clasificación según la OMS 2000	
Bajo Peso	<18.5
Normopeso	18.5-24.9
Sobrepeso	25-29.9
Obesidad grado 1	30-34.9
Obesidad grado 2	35-39.9
Obesidad grado 3	≥ 40

Tabla 1. Clasificación del IMC de según la OMS

Fuente: (Suárez & Sánchez, 2018)

Índice de Hernández-Corvo

Instrumento: Plantígrafo, hojas de bond, esferos, regla e índice de Hernández Corvo.

Técnica: Análisis de documentos

El pie actúa como soporte, aguanta cargas repetitivas mayores al peso corporal, se adapta a distintos terrenos y velocidades. Absorbe y transmite las fuerzas de reacción del suelo al resto del cuerpo, sus cualidades le permiten ser muy rígido o bastante flexible, dependiendo de la situación que enfrente (Luengas, Díaz, & González, 2016).

Este índice permite determinar el tipo de pie, así el pie se tipifica según las medidas obtenidas a través de la imagen plantar, dando como resultado seis posibilidades que abarcan desde el pie plano hasta el pie cavo extremo (Luengas, Díaz, & González, 2016, pág. 151).

El protocolo de valoración que se describe a continuación. Según Luengas, Díaz, & González (2016):

1. Marcar los puntos 1 y 1' en las prominencias internas del antepié y del retropié, figura 2A.
2. Unión de los puntos 1 y 1' para formar el trazo inicial, figura 2B.
3. Marcar los puntos 2 y 2' en el extremo anterior y posterior de la huella, figura 2C.
4. Trazado de dos líneas perpendiculares al trazo inicial que pasen por 2 y por 2'.
5. La distancia entre la línea que pasa por 2 y el punto 1 se llama medida fundamental (mf), 2D.
6. Trazado de tres líneas perpendiculares al trazo inicial que pasen por las divisiones de la medida fundamental (se les denomina de arriba abajo 3, 4 y 5), figura 2E.
7. Trazado de una línea entre 3 y 4 perpendicular a 3 (y paralela al trazo inicial), que pase por el punto más externo del pie. Se llama línea 6, Figura 2F.
8. Medición del valor X, que es la distancia entre el trazo inicial y la línea 6 y que corresponde a la anchura del metatarso.
9. Trazado de la línea 7, paralela al trazo inicial, que pasa por el punto más externo de la línea 4, Figura 2F.
10. Trazado de la línea 8, paralela al trazo inicial, que pasa por el punto más externo del pie de la línea 5, 2F.
11. Medición de la distancia entre la línea 8 y el trazo inicial.

12. Trazado de la línea 9 paralela al trazo inicial y que pasa por el punto más externo de la zona interna entre 4 y 5, Figura 2F.
13. Medición de la distancia Y, entre 9 y 7.
14. Medición de la distancia entre la línea 9 y el trazo inicial.
15. Se calcula el %X según la Ecuación 1. (pág. 151)

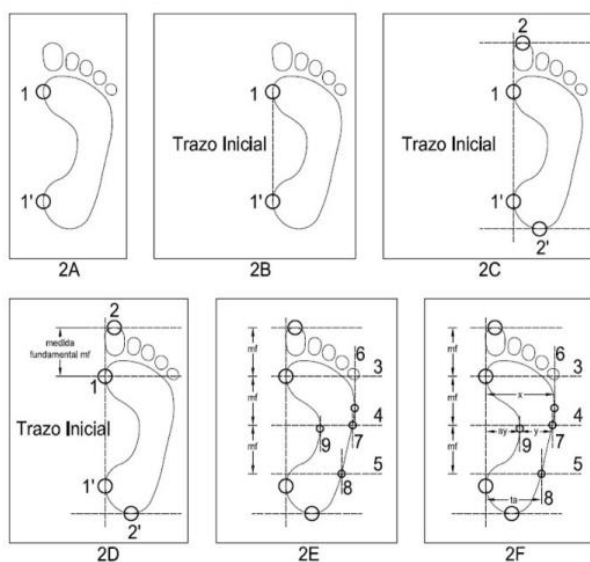


Imagen 3. Protocolo Hernández Corvo

Fuente: (Luengas, Díaz, & González, 2016, pág. 152).

La ecuación para determinar el tipo de pie se muestra a continuación, el resultado obtenido se correlacionará con la tabla.

$$\% X = \frac{(X - Y)}{X} * 100$$

% X	TIPO DE PIE
0 – 34	Plano
35 – 39	Plano – Normal
40 – 54	Normal
55 – 59	Normal – Cavo
60 – 74	Cavo
75 – 84	Cavo fuerte

85 – 100	Cavo extremo
----------	--------------

Tabla 2. Índice de Hernández Corvo

Existen tres tipos de pie: normal, plano y cavo (Luengas, Díaz, & González, 2016).

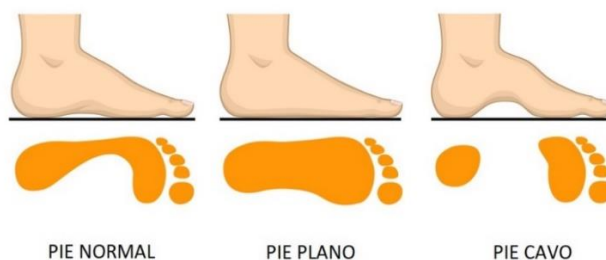


Imagen 4. Tipos de Pie

Fuente: (Sapiña, 2021)

Escala de esfuerzo de Borg

Instrumento: Escala

Técnica: Encuesta

Borg (Como se citó en Burkhalter, 1996) plantea que la escala Borg mide la gama entera del esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio. Esta escala da criterios para hacerle ajustes a la intensidad de ejercicio, o sea, a la carga de trabajo, y así pronosticar y dictaminar las diferentes intensidades del ejercicio en los deportes y en la rehabilitación médica.

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo máximo

Imagen 5. Escala de Borg

Fuente: (Equipo Editorial Síclo, 2021)

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Tendón de Aquiles

El tendón de Aquiles es el más fuerte del cuerpo, es una estructura frecuente de dolor y disfunción por tendinopatía o rotura por las demandas funcionales que soporta (Dederer & Tennant, 2019). Los músculos y el tendón de Aquiles se encuentran en el compartimento superficial posterior de la pantorrilla. A través del tendón de Aquiles, son los principales flexores plantares del tobillo (O'Brien, 2005, pág. 225).

2.2 Anatomía del Tendón de Aquiles

El tendón de Aquiles es el tendón conjunto del gastrocnemio y sóleo, y puede tener un pequeño aporte del plantar (O'Brien, 2005). “La contribución de las fibras del sóleo y gastrocnemio es variable y el grado exacto de contribución puede ser difícil apreciar debido a la orientación cambiante de las fibras del tendón” (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716). “La porción tendinosa del sóleo varía de 3 cm a 11 cm, y la porción de gastrocnemio de 11 cm a 16 cm” (O'Brien, 2005, pág. 228).

La longitud media del tendón de Aquiles es 15 cm. Es más largo lateralmente que medialmente, debido a la extensión más distal del músculo gastrocnemio medial que la del gastrocnemio lateral. La elasticidad del tendón permite estirarse 4% de su longitud, y las rupturas ocurren después de sobrepasar el 8% (Dederer & Tennant, 2019, pág. 373).

El ancho del tendón de Aquiles varía en su trayecto. Es más ancho proximalmente, 6,8 cm de ancho. El diámetro más estrecho alcanza alrededor del 80% de la distancia a lo largo del tendón antes de ensancharse nuevamente a 3,4 cm de la inserción del calcáneo. En su punto más estrecho mide 1.8 cm de ancho (Dederer & Tennant, 2019).

Los vientres lateral y medial del gastrocnemio se unen al sóleo en una aponeurosis a 12-15 cm de la inserción del tendón en el calcáneo. Los componentes tendinosos del

gastrocnemio y sóleo se fusionan en un solo tendón a 5-6 cm proximal a la inserción del calcáneo (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

El tendón se aplana en su unión con el gastrocnemio para redondearse hasta aproximadamente 4 cm desde su inserción. Aquí, se aplana, expande y se vuelve cartilaginoso, para insertarse en el medio de la parte inferior de la superficie posterior del calcáneo. En su superficie anterior, recibe las fibras musculares del sóleo casi hasta su inserción (O'Brien, 2005, pág. 229).

Las fibras del tendón forman una espiral, “la torsión produce un área de tensión dentro del tendón, es más marcada de 2 cm a 5 cm por encima del calcáneo, área de mala vascularización y sitio común de tendinopatía y ruptura” (O'Brien, 2005, pág. 230). El tendón rota hasta descender a la inserción y se cree que ayuda en el retroceso elástico del tendón” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

La tendinopatía de Aquiles aumenta el diámetro del tendón, los tendones rotos eran más anchos que los controles. En un estudio, el grosor promedio en tendones rotos era de 11,7 mm y los tendones sanos contralaterales era de 5,4 mm. Existe correlación entre el grosor del tendón y el riesgo de rotura del Aquiles (Dederer & Tennant, 2019).

El área entre el tendón de Aquiles, la tibia posterior y la parte superior de la superficie posterior del calcáneo se conoce como triángulo de Karger y separa el tendón de Aquiles de los flexores profundos. El flexor largo del dedo gordo se encuentra debajo del tabique fascial y la tibia. Los vasos sanguíneos se encuentran en el triángulo de Karger e irrigan el tendón de Aquiles (O'Brien, 2005, pág. 231).

Antes del tendón de Aquiles, proximal al punto de inserción, se encuentra la bursa retrocalcánea. Hay una bursa tendo-Achillis ubicada posterior y caudalmente entre el tendón y la piel subyacente. El proceso de Haglund es una prominencia ósea agrandada en la cara

posterolateral del calcáneo. Puede estar asociado con bursitis retrocalcánea y tendinitis de inserción (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

La grasa pre-Aquiles o la almohadilla de grasa de Kager es una masa triangular de tejido adiposo anterior al tendón. La patología del tendón de Aquiles y las afecciones que afectan el flexor largo del dedo gordo o el receso posterior de la articulación del tobillo pueden provocar edema en la almohadilla de grasa de Kager (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

La función adecuada también está estrechamente relacionada con la función de los músculos gastrocnemio y sóleo, así como con la fascia plantar (Dederer & Tennant, 2019, pág. 371).

2.2.1 El músculo tríceps sural

Es uno de los músculos más potentes del cuerpo, después del músculo glúteo mayor y del músculo cuádriceps femoral, su posición ligeramente axial lo convierte en todo un extensor (Kendall's, 2007).

2.2.2 Gastrocnemio

El gastrocnemio es superficial, fusiforme, forma el límite inferior de la fosa poplítea y forma el abultamiento en la pantorrilla (O'Brien, 2005). Está formado por “dos cabezas, medial y lateral, cada una cruzando por separado la articulación de la rodilla. Las cabezas medial y lateral se fusionan en un solo vientre muscular que ocupa el compartimento superficial posterior inferior de la pierna” (Del Buono, Chan, & Maffull, 2013, pág. 716)

2.2.3 Sóleo

En lo profundo del gastrocnemio está el sóleo, un músculo plano y pennado (Del Buono, Chan, & Maffull, 2013, pág. 716). “Es más ancho que el gastrocnemio y sus fibras

musculares se extienden más distalmente que las del gastrocnemio” (O’Brien, 2005, pág. 227).

“La porción tendinosa del sóleo suele ser el más grande de los tendones que contribuyen al tendón de Aquiles y es el flexor plantar principal. Es un músculo postural y mantiene el cuerpo erguido en bipedestación” (O’Brien, 2005, pág. 228). Cuando el centro de gravedad pasa por delante del eje de movimiento de la articulación de la rodilla, el sóleo se contrae para contrarrestar la tendencia del cuerpo a inclinarse hacia adelante en el tobillo (O’Brien, 2005, pág. 228).

“El músculo sóleo se origina debajo de la rodilla y, por lo tanto, no tiene acción sobre la articulación de la rodilla” (O’Brien, 2005, pág. 228).

2.2.4 Funciones del gastrocnemio y sóleo

Junto con el plantar, los músculos gastrocnemio y sóleo flexionan el tobillo. Debido a su inserción más proximal en el fémur distal el gastrocnemio también actúa como flexor de la rodilla (Dederer & Tennant, 2019, pág. 376).

“El gastrocnemio está activo al caminar, saltar, correr, y está compuesto predominantemente por fibras de tipo II” (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716).

“Proporciona una potencia de flexión plantar dinámica durante la carrera, el salto y la marcha; la mayoría de sus fibras son de contracción rápida” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 376).

El músculo sóleo “actúa como estabilizador del pie mientras está de pie y está formado principalmente por fibras de tipo I” (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716),

“es un músculo postural y como bomba vascular, y está compuesto predominantemente por fibras de contracción lenta” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 376).

La atrofia de las fibras musculares del sóleo ocurre más rápidamente que la del gastrocnemio, lo que hace que el músculo sóleo sea un indicador más sensible de atrofia como resultado de una lesión o denervación (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716).

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Gastrocnemio	Porciones proximal y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y cápsula de la articulación de la rodilla (Kendall's, 2007).	Parte media de la superficie posterior del calcáneo (Kendall's, 2007).	Tibial S1, S2 (Kendall's, 2007).	Flexión plantar de la articulación del tobillo (Kendall's, 2007).
Porción interna	Cóndilo externo y superficie posterior del fémur y cápsula de la articulación de la rodilla (Kendall's, 2007).			
Porción externa				
Sóleo	Superficies posteriores de la cabeza del peroné y tercio proximal de su cuerpo, línea del sóleo y tercio medio del borde interno de la tibia y arco tendinoso entre la tibia y el peroné (Kendall's, 2007).	Junto con el tendón de los gemelos, en la superficie posterior del calcáneo (Kendall's, 2007).	Tibial, L5, S1,S2 (Kendall's, 2007).	

Tabla 3. Origen, inserción y acción del tríceps sural.

Fuente: (Kendall's, 2007)

2.2.5 Plantaris

El músculo plantar tiene un tamaño variable y está ausente en el 6% al 8% de los individuos (O'Brien, 2005, pág. 229). Es un músculo vestigial pequeño y delgado (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716). Tiene un origen corto y carnoso de la superficie poplítea del fémur por encima del cóndilo femoral lateral (O'Brien, 2005, pág. 229). Su

tendón se inserta en la cara medial del calcáneo, anterior al AT. (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716) En el 6% al 8% de los sujetos, se inserta en el retináculo flexor. Este tendón puede romperse y puede usarse como injerto de tendón (O'Brien, 2005, pág. 229).

El vientre muscular suele tener de 5 a 10 cm de longitud, con un tendón largo que se extiende distalmente entre el gastrocnemio y el sóleo (O'Brien, 2005, pág. 229). Continúa hacia abajo entre los músculos gastrocnemio y sóleo, emergiendo en el lado medial del tendón de Aquiles a 12 cm de la inserción del calcáneo (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 440).

El músculo plantaris no es parte del tendón de Aquiles pero comparten sitio de inserción común en el calcáneo (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010). “Contribuye poco a la función del cordón del talón” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 378).

2.3 Tendón de Aquiles en relación con la fascia plantar

La fascia plantar es una aponeurosis de fibras de colágeno tipo I que sostiene el arco medial del pie y disipa energía a través del pie durante la carga de peso. Su relación con el tendón de Aquiles se ha investigado menos (Dederer & Tennant, 2019).

El recién nacido tiene una continuación gruesa de fibras de la inserción tendinosa en la fascia plantar. La continuidad se reduce con la edad. Según Pierre, Moncayo, & Terk (2010):

En el pie de mediana edad, las fibras gruesas se convierten en una conexión de fibras periósticas superficiales. En el pie anciano hay una clara separación, con periostio, entre la inserción del tendón de Aquiles y la inserción de la fascia plantar (imagen 5), la distancia entre las inserciones de los dos tendones es menor en niños y adultos jóvenes. (pág. 439)



Imagen 6. Tendón de Aquiles y fascia plantar en el pie anciano.

Fuente: (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010).

En un estudio de cadáveres de distintas edades se concluyó que hay conexión perióstica de 1 a 2 mm entre el paratenón del tendón de Aquiles y la fascia plantar (Dederer & Tennant, 2019).

Estudios de resonancia magnética muestran diferencia del grosor de la fascia plantar, en pacientes sanos midió 2,1 mm de grosor y la de pacientes con tendinitis de Aquiles 3,4 mm (Dederer & Tennant, 2019).

2.4 Vascularización del Tendón de Aquiles

El suministro normal de sangre al tendón varía según la edad y área. El tendón de Aquiles recibe suministro de sangre de tres fuentes: la unión músculo-tendón, la unión hueso-tendón y la longitud del tendón (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

La mayor parte del flujo sanguíneo al tendón se realiza a través de una red en forma de araña de pequeños vasos en el paratenón (Dederer & Tennant, 2019, pág. 379), el paratenón es el suministro de sangre más importante al tendón (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2). El tendón en toda su longitud está cubierto por el paratenón una membrana de tejido conectivo de doble capa. El paratenon no es una verdadera vaina tendinosa, no tiene sinovial.

Está muy vascularizado, puede inflamarse y agrandarse generalmente en corredores (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

La zona de irrigación sanguínea más abundante del tendón se encuentra en la inserción del tendón, mientras que, en personas mayores de 30 años, la zona mejor vascularizada corresponde al origen del tendón (Yun Li & Hui Hua, 2016).

El área del tendón aproximadamente de 2 a 6 cm por encima de la inserción en el calcáneo es la zona menos vascularizada en todas las edades, lo que resulta en una capacidad reparadora limitada en momentos de estrés o lesión (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

La mayor parte del paratenón es irrigada por la arteria tibial posterior. Este suministro de sangre se origina en el lado medial de la parte inferior de la pierna y se ramifica para irrigar las extensiones proximal y distal del paratenon (Dederer & Tennant, 2019, pág. 379) .

La arteria peronea se origina lateralmente y se ramifica para irrigar una pequeña sección central del tendón en la zona que se asocia con mayor frecuencia con roturas. El tendón también está en su punto más estrecho en esta sección media, y así se crean dos zonas divisorias entre los capilares de las arterias tibial y peronea en la región más estrecha del tendón. Esto explica las roturas que se producen en esta zona (Dederer & Tennant, 2019, pág. 379) .

La AT presenta tres áreas vasculares principales: la arteria peronea irriga la sección media, la arteria tibial posterior irriga las secciones proximal y distal. Atribuido al gran número y calibre de las arterias, la superficie anterior del AT es mejor vascularizada que la superficie posterior del AT, donde los vasos atraviesan o rodean el tendón (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 3).La vascularización relativamente pobre de la sustancia media del tendón podría explicar la frecuente incidencia de patología en este sitio (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716)

Los vasos dentro del AT corren en tres direcciones principales: longitudinal, transversal y profunda. Los vasos transversales superficiales son los de mayor tamaño y dan un gran número de ramas longitudinales paralelas a las fibras del tendón. La torsión de las fibras AT puede causar la rotación de los vasos del tendón (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 3).

El suministro de sangre. Según Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk (2020):

El punto de inserción, a 1 cm, recibe su suministro a través de los vasos posteriores de la arteria medial (arteria tibial posterior). A los 4 cm, la sección media está poco vascularizada por los vasos anteriores de la arteria lateral (arteria peronea). La sección proximal, entre 7 y 10 cm, recibe su irrigación sanguínea de los grandes vasos anteriores de la arteria medial (arteria tibial posterior). A 13 cm, la aponeurosis está vascularizada por grandes vasos anteriores de la arteria medial (arteria tibial posterior). (pág. 3)

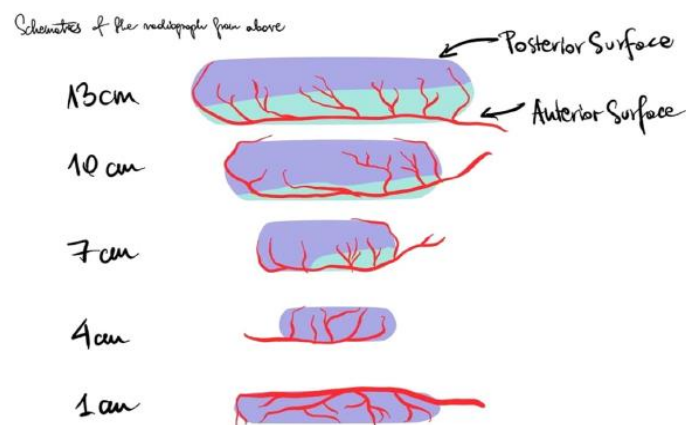


Imagen 7. Esquema de suministro de sangre al tendón de Aquiles.

Fuente: (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020).

Los cirujanos deben planificar las incisiones cutáneas en las zonas medial y lateral para mejorar la cicatrización de la herida después de la cirugía, la disminución de la

vasculatura en la sección media la hace vulnerable al daño (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 3).

2.5 Inervación del Tendón de Aquiles

La inervación de los músculos del compartimento posterior de la pierna la proporciona predominantemente el nervio tibial, con contribuciones del nervio sural al propio tendón de Aquiles. El nervio tibial proporciona inervación motora a los músculos gastrocnemio y sóleo, así como sensación cutánea a la parte posterior de la pierna (Dederer & Tennant, 2019, pág. 378).

El nervio tibial suministra menos suministro al AT pero inerva el gastrocnemio y el sóleo. Este nervio tiene una ubicación profunda y por lo tanto un bajo riesgo de lesión iatrogénica durante cirugías (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 4).

El AT está inervado principalmente por fibras nerviosas que se originan en el nervio sural (SN). Según Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk (2020):

Estos también inervan la piel del tercio distal posterolateral de la extremidad inferior y la parte lateral del pie. El SN o nervio safeno corto, además da de la rama lateral del calcáneo que inerva la cara lateral del talón. El nervio está formado por la unión del nervio cutáneo sural medial, que se origina en el nervio tibial, y el nervio comunicante peroneo, que se ramifica desde el nervio peroneo común en el tercio medio de la pierna. A un nivel 8-10 cm proximal al borde superior del calcáneo, el SN pasa el borde lateral del AT. (pág. 4)

El SN tiene bastante riesgo de lesión iatrogénica en la cirugía del AT, puede generar déficits sensoriales por eso es importante el conocimiento de esta estructura por los cirujanos para evitar parestesias posteriores (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020). Tiene mayor riesgo en la mitad proximal del tendón (Dederer & Tennant, 2019, pág. 379).

La trayectoria del SN está más cerca del AT en pacientes más jóvenes en comparación con los de mayor edad (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 4)

El nervio sural recibe contribuciones de los nervios tibial y peroneo. Con frecuencia viaja con la vena safena menor. Atraviesa la cara posterior del tendón de Aquiles de medial a lateral en promedio de 9 a 11 cm proximal al tubérculo calcáneo. Otros han informado que cruza el borde lateral del Aquiles aproximadamente el 55% de la distancia por el tendón desde la unión musculotendinosa (Dederer & Tennant, 2019, pág. 378).

Los nervios viajan junto con los vasos sanguíneos. Se encuentran cuatro tipos de receptores aferentes en la superficie o en el tendón: Corpúsculos de Ruffini, receptor de presión; Corpúsculos de Vater-Pacinian, receptor de movimiento; terminaciones nerviosas libres, que actúan como receptores del dolor (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2) y órganos tendinosos de Golgi, mecanorreceptor que detectan cambios en la tensión (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 4).

Los órganos de Golgi son los receptores más abundantes en las inserciones del tendón, que pueden detectar cambios de presión y estiramiento en el tendón de Aquiles (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

La vascularización de la sección media en forma de cuña por la arteria peronea, con las secciones proximales y distales restantes irrigadas por la arteria tibial posterior. Patrones de irrigación sanguínea del tendón de Aquiles reportados previamente que muestran contribuciones iguales de la arteria peronea y tibial posterior (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020, pág. 3).

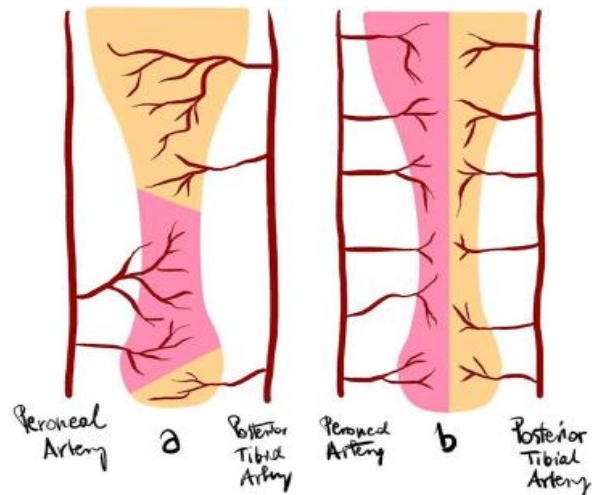


Imagen 8. Irrigación sanguínea del tendón de Aquiles.

Fuente: (Winnicki , Ochała, Ruto, Pękala, & Tomaszewsk, 2020).

2.6 Histología del Tendón de Aquiles

“El tendón normal se ve como estructura fibrilar generalmente redondeada, blanca y elástica, porque la mayoría de ellos son avasculares” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

“Los tenoblastos y tenocitos representan del 90 al 95% del elemento celular del tendón. El 5-10% de las células son condrocitos en la entesis y células sinoviales en la vaina del tendón sinovial. Las células del tendón de Aquiles normal están bien organizadas” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

“La matriz extracelular entre las fibras de colágeno y los tenocitos está compuesta por glicosaminoglicanos, glicoproteínas y proteoglicanos, cuya alta hidrofilia contribuye a la elasticidad del tendón” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

Yun Li & Hui Hua (2016), destacan que “El tendón está compuesto principalmente por fibras de colágeno, que constituyen el 90% de la proteína del tendón o del 70% al 80% del peso seco del tendón” (pág. 2).

El colágeno “forma microfibrillas, fibrillas y fibras. Un grupo de fibras constituye un fascículo. Los fascículos se unen para formar haces, y son rodeado por el endotenón, que transporta vasos sanguíneos, linfáticos y nervios” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

En los tendones sanos, el 95% del colágeno es de tipo I” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441), lo que representa aproximadamente el 70% del peso seco del tendón. La configuración paralela y los enlaces covalentes entre las moléculas de colágeno dentro de las fibrillas le dan al tendón su alta resistencia a la tracción (Dederer & Tennant, 2019, pág. 372).

“Los tendones degenerados “rotos o tendinopáticos” tienen menos colágeno de tipo I y significativamente más colágeno de tipo III” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441). “El colágeno de tipo III produce una menor resistencia a la tracción y, por tanto, puede predisponer a la rotura del tendón en cicatrización. El colágeno tipo II también se produce mediante la curación de los tendones” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 373)

El colágeno tipo III “parece ser el principal colágeno sintetizado en el tendón en curación después de una lesión. La estructura sinusoidal de los fibroblastos en el tendón permite que se estire considerablemente antes de romperse” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441). El tendón ha de ser “una estructura capaz de soportar fuerzas mecánicas de tensión y compresión, manteniendo un cierto grado de flexibilidad y elasticidad donde pueda estirarse un 2-4%” (Sanchís, s.f.). “Si se estira más del 8% de su longitud original, es probable que se produzca una ruptura” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441).

2.7 Biomecánica del Tendón de Aquiles

El ciclo de la marcha se divide en dos: la fase de apoyo, en el cual el pie está en contacto con la superficie y la fase de balanceo período en el que el pie no toca la superficie y se balancea hacia adelante (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010).

La fase de apoyo se subdivide en tres fases: contacto (supinado) medio apoyo (pronación) y propulsión. Según Pierre, Moncayo, & Terk (2010):

La fase de contacto comienza con el contacto del talón con el suelo; se completa cuando el resto del pie toca el suelo. La fase de postura intermedia comienza cuando todo el pie ha tocado el suelo. La propulsión comienza después de que se quita el talón y termina con la punta del pie. Los intervalos segundo y tercero de la fase de apoyo del ciclo de la marcha están controlados esencialmente por el gastrocnemio y la unidad musculotendinosa del sóleo. (pág. 441)

La fase de balanceo comienza después del despegue. Según Pierre, Moncayo, & Terk (2010):

La primera parte de la fase de swing es el avance swing, que se produce cuando el pie avanza. La rodilla está flexionada y el pie en dorsiflexión en esta etapa. La siguiente parte de la fase de balanceo es el descenso del pie, ya que el pie se coloca en preparación para soportar el peso y los músculos estabilizan el cuerpo para absorber el impacto del contacto del talón. En el contacto con el talón termina la fase de balanceo y comienza una nueva marcha (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441).

Los flexores plantares de la articulación del tobillo son el músculo gastrocnemio y sóleo, a través del tendón de Aquiles. Al final de la fase de apoyo en la marcha normal, la tensión muscular a través del tendón de Aquiles se estima en el 250% del peso corporal (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441).

El análisis de fuerza biomecánica ha demostrado que la fuerza del tendón durante la carrera se acerca de seis a ocho veces el peso corporal, una carga cercana a la fuerza máxima del tendón. Además, el tendón puede estar expuesto a fuerzas incrementadas secundarias al movimiento subastragalino, debido a su inserción en el calcáneo. Este aumento de fuerzas es

más notable en corredores en pronación y en pacientes con pie hiperpronado o pie cavo (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441).

La hiperpronación del pie conduce a una mayor probabilidad de rotura del tendón debido a la disminución de la absorción de impactos asociada con la mala alineación. Se ha implicado a la hiperpronación como factor causante de la tendinosis de Aquiles no insercional (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 441).

Durante la fase de apoyo medio, el pie se encuentra en pronación. Según Pierre, Moncayo, & Terk (2010):

Esta pronación conduce a una fuerza de rotación interna sobre la tibia y la activación del músculo tríceps sural. La activación muscular da como resultado una fuerza de tracción que conduce a la flexión plantar del pie y a un momento de inversión general. Con el pie en pronación y la rodilla extendida, esta inversión contribuye a un aumento de la tensión en el tendón de Aquiles y se dirige hacia su inserción del calcáneo. Esto puede explicar la aparición de las tendinopatías de Aquiles de inserción. (pág. 442)

2.8 Tendinopatía de Aquiles

Se utiliza tendinopatía para describir los trastornos intratendinosos, Antiguamente, se llamaba tendinitis, tendinosis y paratenonitis, resultado de hinchazón, dolor y síntomas típicos de reacciones inflamatorias en el lugar de lesión (Yun Li & Hui Hua, 2016). Sin embargo, el examen patológico no revela células inflamatorias obvias o tejido granulomatoso (que se encuentran durante la reparación de lesiones agudas) (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 3).

El término tendinitis se desaconseja porque implica actividad inflamatoria, que puede estar presente o no en el tendón lesionado y que además no puede evaluarse clínicamente de forma rutinaria (Grävare, Hanlon, & Sprague, 2020)

El examen patológico muestra aumento desordenado del número de tenocitos, con formas irregulares, degeneración, tendencia a la apoptosis; fibras de colágeno desordenadas con diámetro más pequeño, colágeno tipo I disminuido, roturas parciales; y aumento del contenido de tejido no colágeno (fibronectina, tenascina C, agregano y biglicano) (Xu, Li, & Hua, 2019). A nivel tisular, existe aumentos localizados o difusos del grosor (tendinosis) (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020). Estos cambios predisponen al tendón a inestabilidad mecánica y lo hace más probable al daño (Del Buono, Chan, & Maffull, 2013).

Estos cambios estructurales en el tendón dan como resultado aumento del área de la sección transversal, reducción de la rigidez del tendón y propiedades viscoelásticas alteradas en tendones sintomáticos y asintomáticos (Grävare, Hanlon, & Sprague, 2020).

La tendinopatía ocurre cuando falla la curación del tendón de Aquiles o cuando la curación es más lenta que el daño al tendón de Aquiles. La lesión por uso excesivo juega un papel importante en la aparición y desarrollo de IAT (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 4).

2.8.1 Clasificación de la Tendinopatía

La tendinopatía de Aquiles se clasifica según la ubicación anatómica: tendinopatía insercional (distal) en la unión calcáneo tendón de Aquiles y no insercional (proximal) de 2 a 6 cm proximal a la inserción del tendón de Aquiles (Yun Li & Hui Hua, 2016).

Otro sistema de clasificación divide el tendón en 3 regiones: “la región insercional del calcáneo, la región preinserción ubicada 2 cm proximal a la inserción del calcáneo y la porción media no insercional del tendón” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 372).

La tendinopatía insercional tiende a ocurrir en personas más activas, mientras que la lesión del tendón no insercional tiende a ocurrir en personas mayores, menos activas y con sobrepeso (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 1).

En la tendinopatía de Aquiles por inserción, el cambio del tendón (tendinosis) suele ir acompañado de afecciones adicionales, como agrandamiento de la bolsa retrocalcánea, calcificaciones intratendinosas y defectos óseos (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020).

La tendinopatía de inserción ocurre (20-25% de las lesiones), tendinopatía de porción media (55% -65%) y lesiones de la unión musculotendinosa proximal (9-25%), según la ubicación del dolor (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

En otra investigación entre el 20 y el 25% de los pacientes con TA presentaban un trastorno de inserción, el 66% presentaba trastornos no insercionales y el 23% bursitis retrocalcánea o tendinopatía insercional (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 1).

Los pacientes pueden presentar síntomas en la inserción y porción media al mismo tiempo, y aproximadamente el 30% tiene dolor bilateral (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020).

La tendinopatía de Aquiles crónica es común en personas mayores que en jóvenes. En un estudio de 470 pacientes con TA, el 25% de pacientes eran atletas jóvenes y el 10% menores de 14 años. Son afecciones dolorosas que a menudo se encuentran en los atletas, varones de mediana edad, aunque también afecta a sedentarios (Egger & Berkowitz, 2017).

La tendinosis crónica se debe con mayor frecuencia al uso excesivo y, por lo general, responde al tratamiento conservador. Sin embargo, si no se observa mejoría después de 6 meses, se debe considerar el desbridamiento quirúrgico (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 6).

2.8.2 Síntomas

Las manifestaciones clínicas más importantes de son dolor, hinchazón y función limitada (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 4). El dolor es el síntoma principal de la AT ocurre al principio y poco después del final de una sesión de entrenamiento. A medida que avanza la

lesión, puede aparecer dolor durante toda la sesión de ejercicio y, en casos graves interfiere en actividades de la vida diaria (Maffulli, Giai Via, & Oliva, 2015).

No es extraño que un atleta experimente rendimiento atlético reducido (tiempo de carrera más lento o rendimiento de salto disminuido) (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020), Los atletas que sufrieron esta lesión informaron más dolor durante el despegue y la aceleración (Janssen, Van der Worp, Hensinga, & Zwerverb, 2017, pág. 7).

Los atletas que ignoran los síntomas menores pueden progresar y experimentar dolor durante y después de la actividad y reducir aún más el rendimiento. Es importante señalar que los pacientes con tendinopatía de Aquiles a menudo no sienten dolor en ausencia de carga (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439).

A medida que avanza la lesión, eventualmente cualquier actividad puede causar dolor. La función limitada se presenta principalmente como una disminución de la fuerza muscular y una actividad articular limitada, lo que resulta en una disminución de la capacidad de ejercicio (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 4).

Los atletas a menudo describen un inicio gradual de síntomas que incluyen rigidez por la mañana o después de estar mucho tiempo sentado, dolor a la palpación, dolor al realizar actividades (correr o saltar) y deficiencias en la fuerza o el rendimiento (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439).

Si los síntomas iniciales de dolor y rigidez se reconocen y abordan temprano, en lugar de ignorarlos, se puede reducir la gravedad de la lesión, con un efecto menor en el rendimiento deportivo y un tiempo más corto para la recuperación completa (Gra20pág. 1).

2.8.3 Etiología

La verdadera etiología de las lesiones del tendón de Aquiles se desconoce, pero se han propuesto teorías. La teoría degenerativa explica que la degeneración crónica del tendón

conduce a rotura sin necesidad de aplicar cargas excesivas. Estos cambios degenerativos se han observado en tendones operados dentro de las 24 h posteriores a la rotura, lo que indica cambios crónicos (Egger & Berkowitz, 2017).

Se plantea la hipótesis de que la alteración del flujo sanguíneo al tendón con la hipoxia resultante y la alteración del metabolismo podrían desempeñar un papel importante (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 2).

Los hallazgos experimentales de rupturas en tendones sanos conducen al desarrollo de la teoría mecánica, que establece que diferentes movimientos y fuerzas ejercidas sobre el tendón pueden conducir a fallas. Esta asincronía es más común en los atletas que entrenan de manera menos consistente, razón por la que las rupturas de Aquiles se observan con frecuencia en guerreros de fin de semana (Egger & Berkowitz, 2017).

Las tendinopatías crónicas son el resultado de lesiones por uso excesivo repetitivo, lo que explica un aumento de diez veces en las lesiones del tendón de Aquiles en corredores en comparación con los controles de la misma edad (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 2).

El 31% de los pacientes revisados con tendinopatía de Aquiles no participaron en una actividad física vigorosa por lo que se asocian otros factores etiológicos como desequilibrios metabólicos o vasculares (Egger & Berkowitz, 2017).

Los estudios histológicos de las tendinopatías de Aquiles “han demostrado una estructura de colágeno desorganizada, lo que indica que este proceso es una afección principalmente degenerativa y no inflamatoria” (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 2).

2.8.4 Modelo Continuo

El modelo del continuum “se describe como proceso continuado en la patología del tendón, basado en las características de tres estados tisulares: tendinopatía reactiva, tendón desestructurado y tendinopatía degenerativa” (Cook, y otros, 2017, pág. 62).

La primera etapa de la patología es el resultado de una sobrecarga aguda del tendón de Aquiles y puede caracterizarse como una respuesta proliferativa no inflamatoria en la célula y la matriz. La segunda etapa se describe como intento de curación del tendón, mediante una mayor producción de colágeno y proteoglicanos. La tendinopatía degenerativa es la tercera etapa y se caracteriza por cambios potencialmente irreversibles en el estado de la célula y la matriz, como la apoptosis de los tenocitos y el trastorno de la matriz (Kozlovskaja, Vlahovich, Ashton, & Hughes, 2017, pág. 2).

3.1 Factores de riesgo

Los factores de riesgo de la tendinopatía de Aquiles se pueden dividir en factores intrínsecos y extrínsecos, ya sea solos o combinados (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

3.1.1 Factores de riesgo intrínsecos

Los factores intrínsecos. Según Yun Li & Hui Hua (2016) incluyen:

Anomalías biomecánicas de la extremidad inferior, como hiperpronación por discrepancia en la longitud de la pierna, deformidad en varo del antepié, pie cavo y movilidad limitada de la articulación subastragalina, y afecciones sistémicas como edad avanzada, artropatías inflamatorias, uso de corticosteroides, diabetes, hipertensión, obesidad, gota, condiciones hiperostóticas, lipidemias, inhibidores de la aromatasa y antibióticos quinolónicos. (pág. 2)

Las características individuales de los pacientes, como “el aumento de la edad, el sexo masculino y la obesidad, tienen una correlación positiva con la patología del tendón de Aquiles” (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 1). Se encontró que “un IMC más alto eran predictores fuertes y significativos de una función disminuida y un mayor grado de síntomas, respectivamente, al año” (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 6).

Edad

“El riego sanguíneo del tendón, desde la unión musculotendinosa, los tejidos conectivos circundantes y la unión osteotendinosa, depende de la edad y disminuye con la edad” (Del Buono, Chan , & Maffull, 2013, pág. 716). “Hay una zona relativamente avascular a 4 cm de la inserción del calcáneo donde el tendón es más susceptible a la degeneración y los desgarros” (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 439).

“La composición de colágeno del tendón cambia con la edad, así como durante su respuesta curativa a la lesión, cambiando sus propiedades mecánicas” (Dederer & Tennant, 2019, pág. 371). Durante el envejecimiento natural se reduce el colágeno tipo I, se disminuye el diámetro y densidad radiográfica del tendón. El patrón ondulado de las fibrillas también reduce con la edad, a consecuencia se produce una disminución de la elasticidad del tendón y un mayor riesgo de rotura (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010).

Sexo

Existe una predilección masculina por esta lesión con una relación H / M en la literatura (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 3). Se ha asociado un mayor riesgo de desarrollar tendinopatías con ser hombre (Janssen, Van der Worp, Hensinga, & Zwerverb, 2017, pág. 2).

De acuerdo a una revisión sistemática que corresponde a un nivel de evidencia A se ha determinado que los factores de riesgo más estudiados y relacionados con tendinopatía son los que se describen a continuación:

Obesidad y sobrepeso

Un estudio de cohorte encontró que “el sobrepeso (IMC $\geq 25,0$) y la obesidad (IMC $\geq 30,0$) están asociados con la TA. Otro estudio de cohorte encontró que el peso corporal aumenta en las personas que desarrollan AT” (Vlist, Breda, Oei, Verhaar, & Jan de Vos, 2019, pág. 6).

El tendón de Aquiles “es capaz de aguantar 9kN durante la carrera (12,5 veces el peso corporal) y 2,6 kN durante la marcha” (Sanchís, s.f.).

Movilidad del tobillo

La disminución de la dorsiflexión del tobillo sin carga de peso se asocia con AT. “Un estudio de cohorte encontró que una dorsiflexión limitada del tobillo ($<11,5^\circ$) con la rodilla extendida se asocia con AT en comparación con una dorsiflexión normal del tobillo (11-15 $^\circ$)” (Vlist, Breda, Oei, Verhaar, & Jan de Vos, 2019, pág. 8).

Un estudio de cohorte encontró que “un aumento de un grado en la dorsiflexión del tobillo con la rodilla doblada se asocia con un menor riesgo de AT” (Vlist, Breda, Oei, Verhaar, & Jan de Vos, 2019, pág. 8).

El rango de movimiento se puede evaluar sin carga de peso utilizando goniómetro o con carga de peso aplicando la prueba de la estocada del tobillo (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 441).

Fuerza muscular

“Las cargas elevadas colocadas sobre el tendón de Aquiles requieren un grado considerable de fuerza y potencia de los músculos flexores plantares para generar repetidamente la fuerza adecuada y permitir que el tendón almacene y libere energía para los movimientos atléticos” (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 1).

Las personas con TA “a menudo informan deficiencias o incapacidad para participar en actividades funcionales. Una posible explicación puede estar relacionada con un perfil de fuerza alterado o una debilidad persistente debido a la TA” (McAuliffe, y otros, 2019, pág. 1)

Corticoides

“El uso de fluoroquinolonas y corticosteroides conducen al debilitamiento del tendón de Aquiles, con tendinitis asociada y mayor riesgo de rotura, el riesgo es mayor en pacientes mayores de 60 años” (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 1).

Pie

El cuerpo humano forma una cadena cinemática desde la cabeza hasta los pies. Los pies proveen estabilidad y soporte, una malformación localizada puede ocasionar la distribución defectuosa de los pesos a nivel de otras articulaciones y generar patologías, con consecuencias a corto, mediano y largo plazo (Luengas, Díaz, & González, 2016, pág. 148).

“Las posiciones indeseadas biomecánicamente del tobillo y pie, como desalineaciones en valgo y varo del calcáneo (retropié) o del antepie causan alteraciones de las fibras de colágeno del tendón de Aquiles durante la carrera” (Chavez, 2017, pág. 23).

El pie plano se relaciona al hundimiento de la bóveda plantar (Kapandji, 2010, pág. 256), o disminución del arco longitudinal plantar, produciendo talo valgo (calcáneo desviado hacia afuera).

La pronación es el resultado de la elevación del arco externo asociado con el descenso interno (Kapandji, 2010, pág. 228), “aumenta el grado de retorcimiento que sufre el tendón, dando lugar a fuerzas de rotación y cizallamiento aún mayores en el interior de la estructura” (Jurado & Medina, 2008, pág. 128). “La pronación puede causar distensión de la fascia plantar y su posterior inflamación, debido a la disminución de la altura del arco medial y a la mayor movilidad articular” (Pérez, Gómez, Cuevas, & Martínez, 2015, pág. 80).

El pie cavo es el pie con un aumento en altitud y amplitud del arco longitudinal (Larrosa & Moliné, 2003). Cuando uno se pone de pie, debido a este arco alto, se deposita una excesiva cantidad de peso en la parte delantera de la planta del pie y en el talón

(American College of Foot and Ankle Surgeons, 2007). Se acompaña de talo varo (calcáneo desviado hacia dentro). El pie es como una garra.

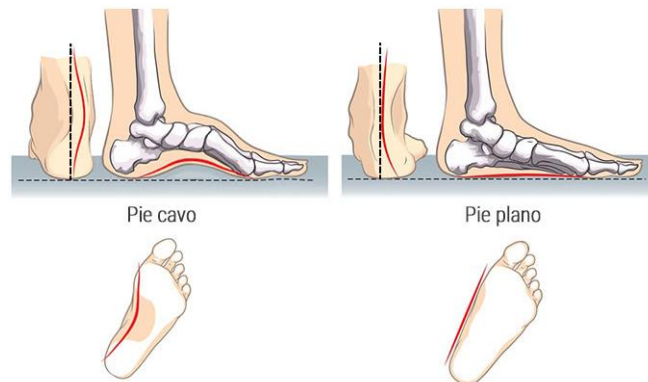


Imagen 9. Pie cavo y pie plano

Fuente: (Ergodinámica, s.f)

En estudios realizados específicamente sobre atletas se demostró que el pie pronado era el que más frecuentemente aparecía con un 66,9%, mientras que la supinación aparecía en un 9,3%, siendo 2,4 veces más probable que aparezca el pie pronado que el supinado (Pérez, Gómez, Cuevas, & Martínez, 2015, pág. 77)

El pie cavo, el varo marcado del antepié y la inestabilidad lateral del tobillo se han implicado como factores de riesgo en la tendinopatía (Maffulli, Giai Via, & Oliva, 2015, pág. 2).

Los factores biomecánicos son una pronación excesiva, apoyo del talón demasiado posterior, genu varo (rodillas arqueadas), musculatura isquiotibial y de la pantorrilla tensa, pie cavo, tendón de Aquiles poco extensible y deformidad en varo del talón (Asociación Española de Ortopedistas, 2003).

3.1.2 Factores de riesgo extrínsecos

Los factores extrínsecos “incluyen sobrecarga mecánica excesiva como errores de entrenamiento, aumento del entrenamiento en intervalos, cambios abruptos de programación,

entrenamiento excesivo en pendientes, superficies duras, inclinadas, aumento de kilometraje y de carga repetitiva, mala absorción de impactos y acuñaamiento por desgaste desigual” (Yun Li & Hui Hua, 2016, pág. 2).

Carga

Una carga excesiva con un tiempo de recuperación inadecuado entre sesiones de entrenamiento es una causa común de lesión en deportistas, “En atletas que desarrollaron tendinopatía de Aquiles, 60% al 80% describieron un cambio o aumento repentino en la intensidad o duración del entrenamiento (error en la carga de entrenamiento)” (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020).

El tendón de Aquiles está sujeto a las cargas más altas del cuerpo, con cargas de tracción de hasta diez veces el peso corporal al correr, saltar, brincar y brincar (O'Brien, 2005, pág. 225). Las cargas pueden tener consecuencias positivas y negativas para los tendones. Una carga puede ser de tipo tensil, de cizalla o compresiva, afectando en la homeóstasis del tendón (Cook, y otros, 2017, pág. 62).

El mecanismo de almacenamiento y liberación de energía del tendón de forma repetitiva, junto con la compresión, parecen ser factores clave en la aparición de tendinopatías. La cantidad de carga que se necesita para desarrollar patología es dependiente de las características de los individuos y su capacidad de tolerar cargas, de los programas de entrenamiento y cargas de trabajo, además de edad, género, genética, adiposidad entre otros (Cook, y otros, 2017).

Un ejemplo de sobrecarga mecánica son actividades en las que el tendón sufre estiramientos repetitivos por encima de ese 4% de capacidad elástica causando la rotura de los enlaces transversales de las fibras de colágeno y si se llega al 8% empezarán a producirse microroturas (Sanchís, s.f.).

Un error frecuente es correr una distancia demasiado larga sin estar preparado, cambiar una intensidad de entrenamiento de manera súbita, con carreras demasiado rápidas (Jurado & Medina, 2008, pág. 128).

La musculatura fatigada pierde la capacidad de protección sobre el tendón por la disminución de su capacidad para absorber energía (Jurado & Medina, 2008, pág. 128).

Superficies de entrenamiento

En la inserción del tendón de Aquiles, las fuerzas de compresión sobre el tendón de Aquiles y el calcáneo del calzado o actividades que colocan el tobillo en dorsiflexión (Ej., Correr cuesta arriba) o una anomalía anatómica (Ej., Deformidad de Haglund) pueden contribuir al desarrollo del dolor (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Durante la carrera los músculos de la pantorrilla bajan el antepié contra el suelo después del apoyo del talón y elevan el talón durante la fase de despegue (Asociación Española de Ortopedistas, 2003).

Carrera en pendientes

Durante la carrera en pendiente ascendente el talón está mucho más bajo que el antepié, por lo que los músculos de la pantorrilla ejercen mayor fuerza para elevar el talón antes de la fase de despegue (Asociación Española de Ortopedistas, 2003). El Abuso de estas superficies se asociado con tendinitis de Aquiles, tendinitis rotuliana, bursitis isquiática, etc (Giráldez & García , 2002).

Debe evitarse la modificación de la actividad, en particular caminar cuesta arriba u otras actividades que ejerzan presión sobre la inserción de Aquiles. Se pueden utilizar elevadores de zapatos o una bota de andador para evitar la presión sobre la parte posterior del talón (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 3).

El tendón de Aquiles está sujeto a tensión cuando se corre hacia arriba y hacia abajo, especialmente si hay desalineaciones biomecánicas asociadas. Un tendón de Aquiles tenso también limita la dorsiflexión del tobillo (O'Brien, 2005, pág. 225).

Durante la carrera en descenso de pendientes el antepié apoya contra el suelo con más fuerza que en terreno llano porque cae más y tiene más distancia para acelerar (Asociación Española de Ortopedistas, 2003). El abuso de superficies con pendiente descendente: sobrecargas del cuádriceps e incluso rotura de fibras.

El entrenamiento que implican ascenso y descenso estaría sobre todo relacionado a aquellos atletas que realizan deporte en monte, montañas o nevados.

Terrenos blandos y duros

“Correr por superficies duras (cemento, asfalto, etc) produce impactos mecánicos que pueden sobrecargar articulaciones, tendones. Pueden originar: Fascitis plantar, periostitis, fractura de estrés en la tibia, etc” (Giráldez & García , 2002).

El sobreuso de terrenos blandos (la hierba, la arena, tierra) no producirá muchas lesiones directamente, pero los problemas ocurren cuando se dispone a competir sobre superficies duras; al no estar acostumbrados la musculatura, articulaciones, tendones, etc se resienten; pudiendo ocasionar periostitis, fascitis plantar, hiperextensión del dedo gordo del pie, etc. También hay que decir que las superficies blandas causan un rápido cansancio de los músculos, por lo cual pueden provocar lesiones (Giráldez & García , 2002).

Porosidad de la superficie

Una superficie con material poroso, amortiguará más el impacto, pero ralentizará la marcha del atleta. Las pistas de tartán amortiguan más que las de mondo, quizá para entrenar se prefieran las primeras y para competir las otras debido a que permiten una mayor velocidad para el atleta (Giráldez & García , 2002).

El abuso de superficies porosas, el problema surge al cambiar a una superficie no porosa. En cambio, el entrenamiento excesivo en superficies no porosas se relaciona con : periostitis, fascitis plantar, tendinitis,... (Giráldez & García , 2002).

Superficies regulares e irregulares

Aumentará el riesgo de lesión en superficies irregulares (con agujeros, piedras, salientes sólidos, hierbajos altos, etc.) que, sobre superficies regulares como el tartán (Giráldez & García , 2002).

Las superficies regulares como: pista de atletismo, hierba, asfalto, etc; y las superficies irregulares por ejemplo el monte, camino con gravilla, camino de tierra con piedras y surcos (Giráldez & García , 2002).

El abuso de superficies irregulares tiene bastante índice de esguince de tobillo sobre todo en deportes como el atletismo, además estos esguinces fueron reincidentes en ocasiones, también se presentaron contusiones en el talón, fascitis plantar, tendinitis aquiles, etc. Por otra parte, el abuso de superficies regulares se relaciona con el debilitamiento de la musculatura y ligamentos del tobillo (Giráldez & García , 2002).

Calzado

Características del calzado deportivo

- **Protector del tendón de Aquiles:** “Reduce la tensión en el tendón de Aquiles al sujetar el zapato alrededor del talón” (Mayo Clinic, 2020).
- **Cuello del talón:** “Amortigua el tobillo y asegura un ajuste adecuado” (Mayo Clinic, 2020).

- **Parte superior:** “Sostiene el zapato en el pie y suele ser de cuero, malla o material sintético. La malla permite una mayor ventilación y es más liviana” (Mayo Clinic, 2020).
- **Plantilla:** “Amortigua y brinda soporte al pie y el arco. Las plantillas removibles pueden lavarse o ponerse a secar entre las sesiones de caminata” (Mayo Clinic, 2020).
- **Suela intermedia de gel, espuma o aire:** “Ayuda a amortiguar y reducir el impacto cuando el pie golpea el suelo” (Mayo Clinic, 2020).
- **Suela:** “Hace contacto con el suelo. Los surcos y las estrías pueden ayudar a mantener la tracción (Mayo Clinic, 2020).
- **Puntera:** Proporciona espacio para los dedos de los pies. Una puntera amplia y redondeada ayuda a prevenir callosidades (Mayo Clinic, 2020).

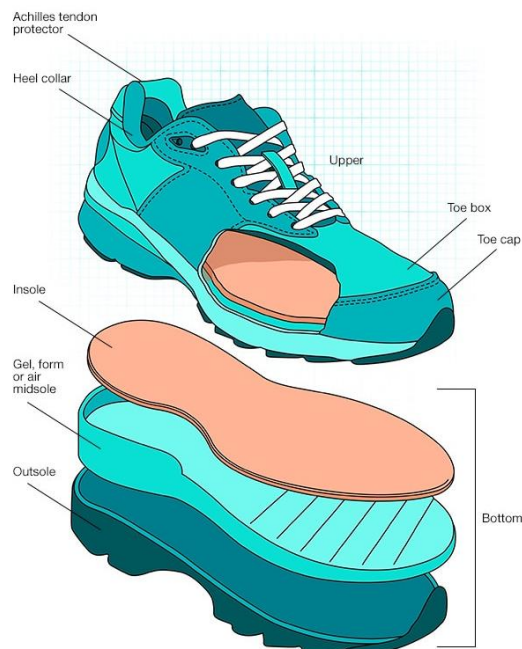


Imagen 10. Partes del calzado

Fuente: (Mayo Clinic, 2020)

Cada actividad precisa de un tipo de calzado diferente según el pie, el terreno y el deporte que se practique (Unaicho , 2012, pág. 18).

El calzado deportivo tiene gran importancia para prevenir lesiones, ya que los pies soportan una carga que equivale a tres o cuatro veces el peso corporal cuando el pie contacta con el suelo (Unaicho , 2012, pág. 26).

En condiciones normales, estando el calcáneo en el mismo plano que los metatarsos, el peso del cuerpo se distribuye algo más del 50% sobre el talón. Pero cuando el pie se encuentra en un calzado con tacón que eleva el plano del talón, el peso se desplaza proporcionalmente adelante según la altura que exista entre el talón y el plano del suelo (Unaicho , 2012, pág. 57)

Un calzado inadecuado puede complicar la correcta distribución del peso corporal o una mala absorción del impacto contra el suelo, lo que constituye otra fuente potencial de lesiones (Jurado & Medina, 2008, pág. 129).

El calzado con suela rígida que no se flexiona inmediatamente por detrás de la primera articulación metatarsofalángica produce una presión excesiva sobre el tendón de Aquiles antes del despegue (Asociación Española de Ortopedistas, 2003).

Un contrafuerte de talón blando permite un movimiento excesivo del talón en el interior del calzado. El retropié es menos estable y el tendón de Aquiles tiene que traccionar de una inserción oscilante, ejerciendo una tensión no uniforme sobre el tendón y aumentando la probabilidad de rotura (Asociación Española de Ortopedistas, 2003).

3.2 Diagnóstico

En el examen físico hay hinchazón y sensibilidad a la palpación a nivel de la tuberosidad posterior del calcáneo. La dorsiflexión voluntaria del tobillo es limitada y la fuerza para levantar el talón disminuye. La prueba de Silfverskiöld puede ser positiva. (Xu, Li, & Hua, 2019, pág. 2). Durante el examen clínico se suele realizar una evaluación de la postura de pie, el equilibrio y la desalineación anatómica (Maffulli, Giai Via, & Oliva, 2015).

El dolor a la palpación del tendón y el informe subjetivo de dolor en la porción media son pruebas fiables y válidas para el diagnóstico (palpación: sensibilidad 84%, especificidad 73%; autoinforme: sensibilidad 78%, especificidad 77%) (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439).

La ubicación del dolor a la palpación es útil para diferenciar una lesión de inserción o de porción media y para el diagnóstico diferencial. Si la palpación causa un mayor grado de dolor anterior al tendón que en el tendón mismo, entonces el pinzamiento posterior del tobillo o síndrome del os trigonum podrían ser un diagnóstico probable (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439).

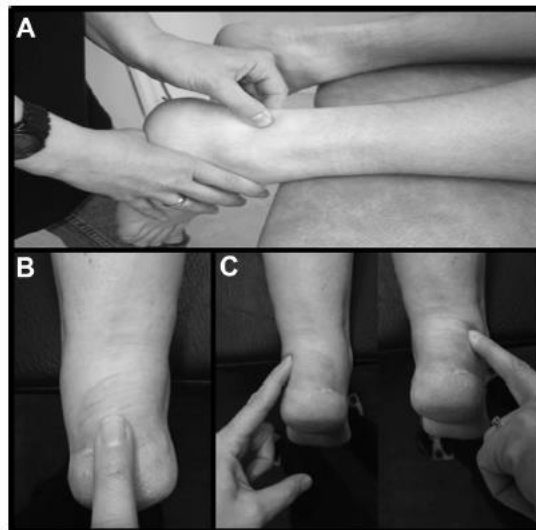


Imagen 11. Palpación del tendón de Aquiles.

Fuente: (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

El diagnóstico diferencial en pacientes con dolor en la parte posterior del tobillo son rotura aguda del tendón de Aquiles, el músculo sóleo accesorio, la irritación de la almohadilla grasa y la enfermedad inflamatoria sistémica (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439), bursitis retrocalcánea, anomalías óseas (os trigonum doloroso), sóleo anómalo, rotura total o parcial del Aquiles, síndrome del túnel tarsiano, neuritis del nervio sural, rotura del tendón

tibial posterior, afecciones artríticas del tobillo, fascitis plantar, tenosinovitis del flexor largo del dedo gordo (FHL), lesiones oseteocondrales del astrágalo, fractura por estrés e infección (Hutchison, y otros, 2013, pág. 112).

Otras pruebas de diagnóstico para TA se describen a continuación, el signo del arco, “se palpa el tendón en búsqueda de nódulo engrosado. Si hay engrosamiento, el área se pellizca mientras el paciente realiza flexión dorsal y plantar del tobillo. Es positiva si el evaluador siente que el nódulo se mueve (sensibilidad 25%, especificidad 100%)” (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 439).

Prueba Royal London Hospital, “se pellizca el tendón para identificar la ubicación más sintomática con el pie en reposo luego el paciente realiza dorsiflexión del pie y el examinador vuelve a pellizcar la ubicación identificada. Positivo si reduce el dolor a la palpación en dorsiflexión (sensibilidad 51%, especificidad 93%)” (Grävare , Hanlon, & Sprague, 2020).

Las pruebas de ubicación del dolor y el dolor a la palpación son confiables y precisas para el uso clínico. Se palpa suavemente la longitud del tendón en dirección proximal-distal, apretando suavemente el tendón entre el pulgar y el dedo índice en busca de sensibilidad local con el tobillo en posición neutra o ligera plantiflexión. El resultado es positivo para tendinopatía de acuerdo al informe subjetivo del dolor del paciente (Hutchison, y otros, 2013).

“La gravedad de síntomas, dolor, su efecto sobre la participación y la actividad se evalúan mediante escalas de dolor y medidas de resultado y cuestionarios informados por el paciente”, como por ejemplo el cuestionario de VISA-A (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 440).

La Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos señalan que se hace un diagnóstico cuando “se observan dos o más hallazgos: Prueba de Thompson positiva, disminución de la fuerza de flexión plantar, defecto palpable distal al sitio de inserción o aumento de la dorsiflexión pasiva del tobillo en reposo (prueba de Matles)” (Egger & Berkowitz, 2017, pág. 4).

3.3 Tratamiento

El tratamiento no tiene una base científica al 100%. “Los tratamientos que muestran los ensayos controlados aleatorios incluyen medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), ejercicio excéntrico, parches de trinitrato de glicerilo, inyecciones esclerosantes, y tratamiento con ondas de choque” (Jennings , Liew, & Marine, 2019, pág. 546).

El tratamiento con mayor evidencia para TA son los ejercicios para proporcionar carga mecánica al tendón y promover la remodelación, disminuir el dolor y mejorar la resistencia y fuerza de los músculos de la pantorrilla y la función de la parte inferior de la pierna. No se han establecido factores de carga óptimos pero el tendón parece responder favorablemente a cargas más altas en duraciones más largas que a cargas más bajas en duraciones más cortas (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

Los programas de carga consisten en contracciones excéntricas, “los protocolos incluyen contracciones concéntricas aisladas o una combinación de contracciones concéntricas y excéntricas se han utilizado con resultados positivos. Se ha propuesto como superior el ejercicio isométrico en el tratamiento inicial para tendinopatía, pero ninguna evidencia actual lo respalda” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

“La carga sobre el tendón también aumenta al aumentar la velocidad de movimiento; por lo tanto, la tolerancia a velocidades rápidas también debe abordarse durante las últimas fases de rehabilitación” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

La cirugía debe reservarse hasta que los pacientes hayan fracasado con la terapia conservadora durante al menos 6 meses (Jennings , Liew, & Marine, 2019, pág. 546)

La rehabilitación de un atleta con TA se puede dividir en 4 fases (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442):

Fase 1: Manejo de los síntomas y reducción de la carga

La meta de esta fase es “detener el ciclo negativo de sobrecarga y progresión continua de la lesión, puede durar 1 a 2 semanas (o más si es necesario)” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

El descanso completo y la descarga del tendón pueden ser nocivos y extender la recuperación, es útil el nivel de síntomas y dolor para determinar el nivel adecuado de actividad. Los pacientes varían en percepción y tolerancia al dolor, pero evitar el dolor moderado y severo y el empeoramiento de los síntomas es una prioridad (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

El modelo de monitorización del dolor se utiliza como guía para la carga del tendón en pacientes con TA. Es una herramienta para determinar cómo deben progresar los programas de ejercicio y la gestión de la carga. Se utilizan actividades (correr en aguas profundas, andar en bicicleta) que imparten cargas más bajas en el tendón (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

Si el paciente tiene dificultades para realizar la elevación del talón, “la carga se realiza con contracciones isométricas o bandas de resistencia. En tendinopatía de inserción, limitar el grado de dorsiflexión colocando un levantamiento debajo del talón (0,5 a 1 pulgada/1,27 a 2,54 cm) al realizar levantamiento del talón previene la compresión tendón-calcáneo” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 442).

Fase 2: Recuperación

La meta es recuperar la fuerza de la pantorrilla y mejorar la tolerancia a la carga del tendón de Aquiles. “Los ejercicios se realizan a diario a medida que los síntomas disminuyen y la función de los músculos de la pantorrilla mejora. Esta fase puede demorar 2 a 5 semanas (o más si es necesario)” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 443).

Los ejercicios progresan aumentando número de repeticiones, rango y velocidad de movimiento. “Los ejercicios de talón progresan hasta estar de pie en una pendiente o con el talón fuera de un escalón para aquellos con síntomas de proporción media” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 443).

Añadir elevaciones de talón de rebote rápido aumenta la tolerancia del tendón de Aquiles a cargas rápidas en preparación para ejercicios pliométricos. Una cinta de correr con apoyo de peso corporal o correr en aguas profundas es una manera de reanudar la carrera mientras se controla la carga en el tendón (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Es crucial detectar deficiencias de las extremidades inferiores y los posibles factores de riesgo (déficits de fuerza y rango de movimiento del tobillo o pie y control neuromuscular de la cadera) en esta fase (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020)..

Mejorar la fuerza de los músculos de tobillo y pie, especialmente los músculos intrínsecos del pie, ayudará a la fase de empuje durante la carrera y el salto, brindarle fuerza y

función de la rodilla y la cadera ayudará a garantizar una buena biomecánica de las extremidades inferiores (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Fase 3: Reconstrucción

El propósito “es hacer la transición a un entrenamiento de fuerza más pesado de los músculos de la pantorrilla, aumentar o comenzar a correr y realizar actividades de salto y promover más la recuperación del tendón” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 444).

Se agregan cargas externas durante los ejercicios de elevación del talón, por ejemplo, realizar ejercicios con chaleco o mochila con peso o mientras está en una prensa de piernas (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Los ejercicios realizados en casa se inician con 10 libras (4,5 kg); cuando se realizan fácilmente 3 series de 15 repeticiones, se aumenta peso. Una alternativa es realizar subidas de talón más pesadas en un gimnasio 3 veces por semana y luego subidas de talón ligeras en casa a diario (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Es importante recordarle al atleta que, “a pesar de haber recuperado la fuerza y la resistencia de la pantorrilla, los ejercicios de elevación del talón deben continuarse para promover la curación y recuperación del tendón” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 444).

“El entrenamiento pliométrico comienza con saltos bilaterales y progresa a saltos unilaterales. La preparación para el regreso a la participación comienza con la iniciación de actividades deportivas específicas. Esta fase se superpone con el regreso a fase deportiva” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 444).

Una regla antes de volver a correr y saltar, “el dolor durante la caminata diaria debe ser mínimo 1 a 2/10 en escala de dolor. Un paciente con dolor por encima de 2/10 cuando

realiza 20 saltos tendrá dificultades para comenzar a correr” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 444).

Fase 4: Regreso al deporte

Es posible que el atleta no tenga síntomas durante la participación deportiva en las últimas etapas de la rehabilitación y este podría verse tentado a regresar apresuradamente (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

“La evaluación de los síntomas, rigidez, dolor e hinchazón después del entrenamiento, especialmente al día siguiente, es crucial antes de determinar el aumento apropiado en la intensidad del entrenamiento”. Durante esta etapa, el modelo de monitoreo del dolor es una guía para saber el nivel de actividad adecuado (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 445).

Factores importantes a considerar para el regreso de un atleta al deporte después de la TA son el nivel de dolor con actividad física, la recuperación del tejido del tendón, la fuerza, el rango de movimiento y la función (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

En ausencia de síntomas, pueden persistir deficiencias y déficits funcionales. Por eso, se debe asegurar que un atleta tenga una recuperación completa con pruebas de salto y elevación del talón, pruebas funcionales específicas del deporte y comparar con los datos previos a la lesión (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020).

Este programa de regreso al deporte “se basa en la premisa de que el tejido del tendón requiere una recuperación más prolongada de las actividades de carga pesada (36 a 72 horas), mientras que las actividades más ligeras se pueden realizar con más frecuencia” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 445).

Las actividades deportivas se clasifican en un nivel leve, medio o alto en función de las calificaciones de dolor del atleta (durante y después de la actividad) y el esfuerzo percibido del tendón de Aquiles utilizando la escala de Borg (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 445).

“Las actividades de nivel ligero se pueden realizar a diario. Las actividades de nivel medio deben ir seguidas de 2 días de recuperación y las actividades de alto nivel deben ir seguidas de 3 días de recuperación” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 445).

“Se planifica un programa de entrenamiento que combina actividades de bajo a alto nivel durante 3 semanas. Las actividades generalmente se reclasifican cada 3 a 4 semanas y se agregan nuevas actividades de alto nivel para progresar hacia un retorno completo al deporte” (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 445).

3.4 Atletismo

El atletismo, (en griego Aethlos = esfuerzo), es un deporte que contiene un conjunto de disciplinas agrupadas en carreras. Es el arte de superar el rendimiento de los adversarios en velocidad o en resistencia, en distancia o en altura (Gómez & Valero , 2013).

3.4.1 Especialidades del atletismo

Las especialidades que componen el programa de atletismo según (Hornillos, 2000):

- A) Carreras:** Formadas por acciones motrices básicas de forma cíclica, las cuales se repiten de forma periódica cada una de las partes de las que se compone su estructura representando una habilidad básica de locomoción y una prolongación natural del andar. Se dividen en:
- **Velocidad:** Distancias cortas del programa atlético (60 m hasta los 400m).
 - **Medio fondo:** Distancias intermedias del programa atlético, 800 y 1500 m.

- **Fondo y gran fondo:** Oscilan desde los 5000 m (fondo) hasta la maratón con una distancia de 42,195 km (gran fondo o fondo largo) pasando por los 10.000 m.
- b) **Vallas:** Consideradas también de velocidad, se incluyen distancias de 100 m en categoría femenina, los 110 m para los hombres y los 400 m para ambos sexos.
- c) **Obstáculos:** Compuesta de 28 obstáculos y 7 rías (en los 3000 m de la categoría absoluta masculina), se pueden considerar como fondo corto.
- d) **Marcha:** disciplina que proviene de las acciones naturales del ser humano, andar, pero revestida de cierta artificialidad. La marcha está motivada por las imposiciones reglamentarias. Las distancias recorridas más habituales son 10, 20 y 50km.
- e) **Salto:** Permiten, mediante una impulsión vigorosa de una pierna, suspender el cuerpo en el espacio con el fin de superar un listón o llegar a recepcionar lo más lejos posible, tras realizar una carrera de aproximación. Existen saltos de predominio horizontal (longitud y el triple salto) y de predominio vertical (salto de altura y de pértiga).
- f) **Lanzamientos:** son habilidades que permiten arrojar un artefacto al espacio. Se clasifican en: ligeros o aerodinámicos, por presentar una mínima resistencia al aire, lo que otorga la posibilidad de planear (jabalina y disco); pesados (peso y martillo y peso) o lineales, también denominados rectilíneos (jabalina y peso).

3.5 Hipótesis

Existe diferencia estadísticamente significativa entre los factores extrínsecos y la presencia de tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo.

3.6 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Sexo	“Es un concepto taxonómico útil para clasificar a que especie, tipo o clase pertenece alguien o algo; como conjunto de personas con un sexo común se habla de las mujeres y los hombres como género femenino y género masculino” (Lamas, 2000).	1 2	Femenino Masculino	% de atletas de sexo femenino y % de atletas de sexo masculino.	Cualitativo
Edad	“Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales” (Real Academia Española, 2019).	18- 42 años 43 – 67 años	Intervalo de edad al que corresponde el atleta.	% de personas entre 18-42 y 43-67 años de edad.	Cuantitativo
Masa corporal	Es el resultado de relacionar el peso y la estatura de una persona. Dicho resultado nos ayuda a saber si su peso es correcto, insuficiente, o bien si es obesa, y en ese caso, cuál es el grado de obesidad que presenta (SemFYC, 2005, pág. 1).	< 18,5 18.5-24.9 25-29.9 30-34.9 35-39.9 ≥ 40	Bajo peso Normopeso Sobrepeso Obesidad grado 1 Obesidad grado 2 Obesidad grado 3	Respuesta obtenida de la aplicación de la fórmula de IMC.	Cualitativo
Fuerza	“Cualidad física básica de generar desplazamiento de los segmentos	23-35 elevaciones 36-45 elevaciones	Promedio del N° de elevaciones en el test para la	Respuesta obtenida de la aplicación del test.	Cuantitativo

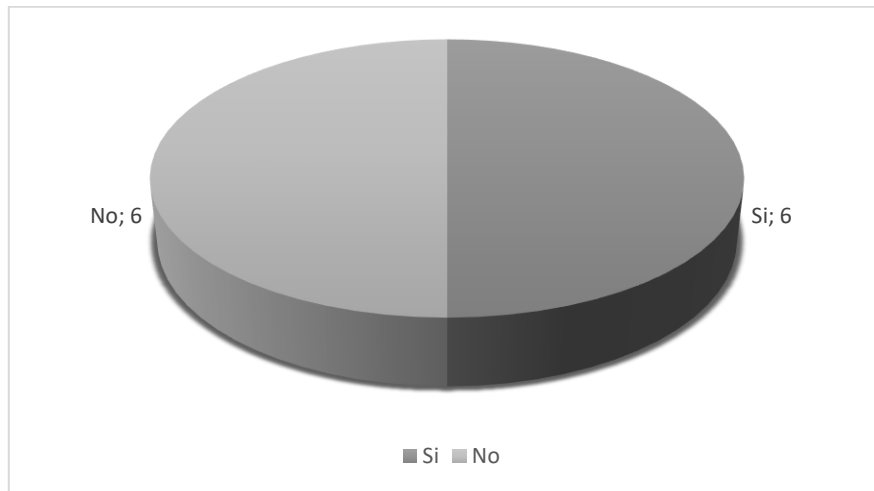
	corporales o de vencer una resistencia” (Correa & Corredor, 2009).	46-55 elevaciones	fuerza de los flexores plantares.		
Dorsiflexión limitada	“La dorsiflexión puede estar limitada por diferentes motivos, entre los que se encuentran las restricciones óseas, las anomalías estructurales, el acortamiento y rigidez de la musculatura sólea y gastronemia, y la rigidez articular” (Youdas, McLean, Krause, & Hollman, 2009).	Test de Lunge <ul style="list-style-type: none"> ▪ Levanta el talón. ▪ No levanta el talón 	Positivo para dorsiflexión limitada. Negativo para dorsiflexión limitada.	Respuesta obtenida de la aplicación del test.	Cualitativo
Pie	Parte mecánica integral de la extremidad inferior, realiza una función tanto estática como dinámica, da el soporte para la bipedestación y permite realizar varias actividades de manera suave y estable. Existe una relación directa entre el estado de la anatomía del pie, el tipo de afectación de las articulaciones adyacentes y el desempeño general de la persona	Tipo de pie (huella plantar) Índice de Hernández Corvo: 0 – 34 35 – 39 40 – 54 55 – 59 60 – 74 75 – 84 85 – 100	Plano Plano normal Normal Normal – Cavo Cavo Cavo - fuerte Cavo - extremo	Respuesta obtenida del estudio de la huella plantar.	Cualitativo

	(Luengas, Díaz, & González, 2016, pág. 147).				
Carga de entrenamiento	“Grado de esfuerzo de una sola sesión de entrenamiento” (Polar, s.f).		Reposo total Esfuerzo muy suave Suave Esfuerzo moderado Un poco duro Duro Muy duro Esfuerzo máximo	Respuestas obtenidas de la escala subjetiva de Borg.	Cuantitativo
Tiempo	Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento (Oxford Languages, s.f).	3-4 5-6 Todos los días [0-10[[10-20[[20-30]	Días de la semana que practica atletismo el deportista. Tiempo que lleva entrenando atletismo en años.	% de respuestas obtenidas en la encuesta	Cuantitativo

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Gráfico 1. Diagnóstico médico/ fisioterapéutico de Tendinopatía de Aquiles (n=12)



Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín.

Gráfico 1. Del total de la muestra de estudio que conforman 12 personas (100%), el 50% tiene diagnóstico médico y/o fisioterapéutico de Tendinopatía de Aquiles mientras el otro 50% no tiene diagnóstico relacionado a esta lesión.

Tabla 4. Distribución según el sexo de los atletas (n= 12)

		Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total	
		Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía		
Sexo de los atletas	Femenino	Recuento	1	2	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	16,7%	33,3%	25,0%
	Masculino	Recuento	5	4	9
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	83,3%	66,7%	75,0%
Total	Recuento	6	6	12	
	% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 4. El grupo con tendinopatía tiene predilección masculina en 83,3% y femenina en un 16,7% mientras que el grupo sin tendinopatía lo conforma el sexo femenino con el 33,3% y sexo masculino con el 66,7%.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig=** 0,001, por lo tanto, se rechaza la **Ho** (la distribución es normal) y se acepta la **Hi** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **Ho:** La mediana del sexo es similar en ambos grupos (con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles) y **Hi:** Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el sexo y la presencia de Tendinopatía.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,523 > 0,05. En conclusión, se acepta la hipótesis nula (**Ho**).

Tabla 5. Distribución de la edad de los atletas por intervalos (n=12)

		Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total	
		Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía		
Edad de los atletas	18-42	Recuento	3	5	8
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	50,0%	83,3%	66,7%
	43-67	Recuento	3	1	4
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	50,0%	16,7%	33,3%
Total	Recuento	6	6	12	
	% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

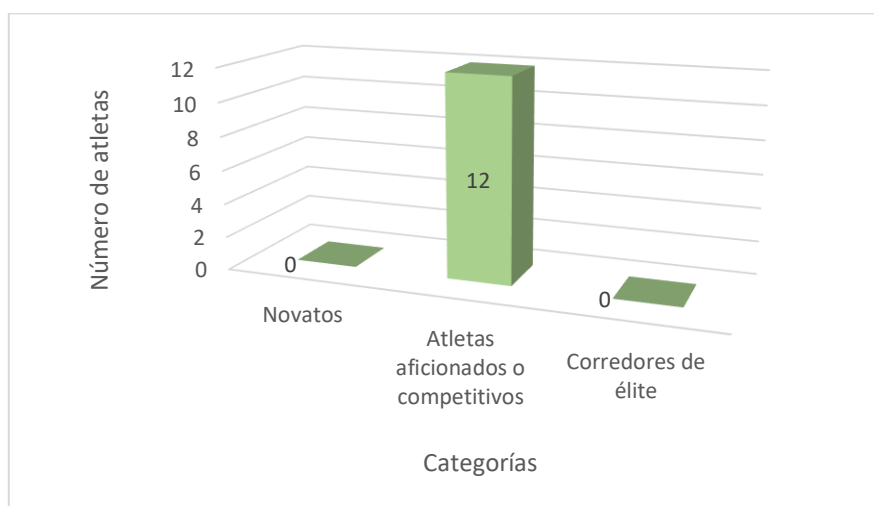
Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 5. Al analizar la totalidad de la muestra compuesta por 12 personas, se evidencia que esta se compone en su mayoría por atletas entre 18-42 años. El grupo sin tendinopatía se compone en su mayoría por atletas entre 18-42 años y el grupo con tendinopatía no tiene diferencia en sus porcentajes respecto a los intervalos de edad.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig** = 0,001, por lo tanto, se rechaza la **Ho** (la distribución es normal) y se acepta la **Hi** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea la hipótesis nula y alterna, **Ho**: La edad no difiere en ambos grupos (con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles) y **Hi**: Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la edad y la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,241 > 0,05. En conclusión, se acepta la hipótesis nula (Ho).

Gráfico 2. Clasificación de los atletas por categorías (n=12)



Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín.

Gráfico 2. El 100% de los participantes pertenecen a la categoría de atletas aficionados o competitivos.

Gráfico 3. Especialidades del atletismo (n=12)

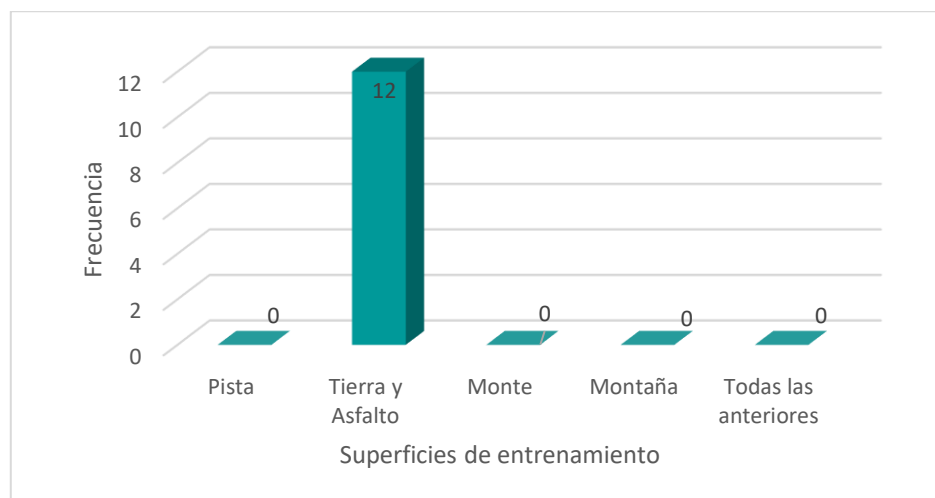


Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín

Gráfico 3. El 100% de los participantes realizan carrera (velocidad, medio fondo, fondo y gran fondo).

Gráfico 4. Superficie de entrenamiento de los atletas (n=12)



Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín.

Gráfico 4. El 100% de los participantes realizan atletismo en tierra y asfalto.

Tabla 6. Distribución según el IMC de los atletas (n=12)

			Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total
			Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía	
Clasificación de la obesidad según el IMC de los atletas	Normopeso	Recuento	4	5	9
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	66,7%	83,3%	75,0%
	Sobrepeso	Recuento	2	1	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	16,7%	25,0%
Total	Recuento		6	6	12
	% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles		100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 6. La categoría predominante en la muestra de 12 deportistas de atletismo según la clasificación del IMC por la OMS es normopeso.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig=** 0,001, por lo tanto, se rechaza la **Ho** (la distribución es normal) y se acepta la **Hi** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **Ho:** La obesidad no difiere en ambos grupos (con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles) y **Hi:** Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la obesidad y la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,523 > 0,05. En conclusión, se acepta la hipótesis nula (Ho).

Tabla 7. Resultados de la prueba de elevación de talones (n=12)

Presencia de Tendinopatía	N° de participante	Pie derecho	Pie izquierdo	Promedio de elevaciones
Sin Tendinopatía	1	40	40	40
	2	34	30	32
	3	56	43	50
	4	50	39	45
	5	50	40	45
	6	52	56	54
Con Tendinopatía	7	36	41	39
	8	53	48	51
	9	49	40	45
	10	36	45	41
	11	29	25	27
	12	55	49	52

Fuente: Hoja de registro de los resultados de la prueba elevación de talones.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín.

Tabla 7. Al analizar la tabla se evidencia que el grupo con tendinopatía realiza un máximo de 52 elevaciones de talón mientras que el mínimo de elevaciones es 27. Por otro lado, el grupo sin tendinopatía realiza un máximo de 54 elevaciones de talón y como mínimo 32.

Tabla 8. Intervalos de elevación de talones (n=12)

Intervalos de elevación de talón	Con tendinopatía	Sin Tendinopatía	Total
27-35	1	1	2
36-45	3	3	6
46-55	2	2	4
Total	6	6	12

Fuente: Hoja de registro de los resultados de la prueba elevación de talones.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín.

Tabla 8. El intervalo con mayor frecuencia en esta muestra es de 36-45 elevaciones de talón.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig** = 0,492, por lo tanto, se acepta la **H₀** (la distribución es normal) y se rechaza la **H₁** (la distribución no

es normal). Por lo tanto, se aplica la prueba T student. Se plantea hipótesis nula y alterna, **H₀**: La fuerza de los flexores plantares no difiere en ambos grupos (con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles) y **H₁**: Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la fuerza de los flexores plantares y la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, para atletas con tendinopatía la **ME**= 42,50 y para atletas sin tendinopatía es **ME** = 44,33. Para conocer si la diferencia es significativa se realiza la prueba T para muestras independientes el **P valor (0,67)** >0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Tabla 9. Limitación de la dorsiflexión en los atletas (n=12)

			Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total
			Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía	
Limitación de la dorsiflexión de los atletas	Dorsiflexión limitada bilateral	Recuento	5	2	7
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	83,3%	33,3%	58,3%
	Dorsiflexión no limitada bilateral	Recuento	0	2	2
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	0,0%	33,3%	16,7%
	Dorsiflexión limitada unilateral	Recuento	1	2	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	16,7%	33,3%	25,0%
Total		Recuento	6	6	12
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Hoja de registro de los resultados de la prueba de Lunge.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 9. La tabla muestra los resultados obtenidos del test de lunge en relación a SI levanta el talón (dorsiflexión limitada) o NO levanta el talón (Dorsiflexión no limitada). El grupo con tendinopatía corresponde a dorsiflexión limitada bilateral con un 83,3%, el grupo sin tendinopatía no muestra diferencias evidentes.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig= 0,001**, por lo tanto, se rechaza la **Ho** (la distribución es normal) y se acepta la **Hi** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **Ho:** La limitación de la dorsiflexión de tobillo no difiere entre atletas con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles y **Hi:** Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la limitación de la dorsiflexión de tobillo y la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral = 0,149 > 0,05**.

En conclusión, se acepta la hipótesis nula (**Ho**).

Tabla 10. Tipo de pie en los atletas (n=12)

			Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total
			Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía	
Tipo de pie de los atletas	Plano	Recuento	2	1	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	16,7%	25,0%
	Normal	Recuento	2	2	4
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	33,3%	33,3%
	Cavo	Recuento	2	3	5
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	50,0%	41,7%
Total	Recuento	6	6	12	
	% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Hoja de registro de los resultados del Índice de Hernández Corvo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 10. Esta tabla muestra el tipo de pie más frecuente en los deportistas de atletismo de este estudio, siendo en un 25% plano normal, 33,3% normal y 41,7 % cavo.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig= 0,006**, por lo tanto, se rechaza la **Ho** (la distribución es normal) y se acepta la **Hi** (la distribución no es

normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **Ho:** El tipo de pie no difiere entre atletas con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles y **Hi:** Existe una diferencia estadísticamente significativamente entre el tipo de pie de los atletas y la tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,495 > 0,05.

En conclusión, se acepta la hipótesis nula (Ho).

Tabla 11. Distribución según la carga de entrenamiento en los atletas (n=12)

		Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total	
		Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía		
Carga de entrenamiento	Esfuerzo moderado	Recuento	3	1	4
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	50,0%	16,7%	33,3%
	Un poco duro	Recuento	2	2	4
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	33,3%	33,3%
	Duro	Recuento	1	2	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	16,7%	33,3%	25,0%
	Muy duro	Recuento	0	1	1
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	0,0%	16,7%	8,3%
	Total	Recuento	6	6	12
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Respuesta obtenida de la encuesta mediante escala de Borg.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 11. Al analizar la tabla se identifica que el 50% del grupo con tendinopatía realiza un esfuerzo moderado mientras que el grupo sin tendinopatía realiza esfuerzo duro y un poco duro en uno 33,3% respectivamente. En general, este

grupo de atletas realizan esfuerzo moderado y un poco duro en el entrenamiento de atletismo.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig**= 0,033, por lo tanto, se rechaza la **H₀** (la distribución es normal) y se acepta la **H₁** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **H₀**: La carga de entrenamiento no difiere entre atletas con y sin tendinopatía y **H₁**: Existe una diferencia estadísticamente significativamente entre la carga de entrenamiento y la tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,155 > 0,05.

En conclusión, se acepta la hipótesis nula (H₀).

Tabla 12. Distribución según la frecuencia de entrenamiento por días de semana (n=12)

		Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total	
		Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía		
Frecuencia de entrenamiento por semana	3 o 4 días a la semana	Recuento	2	2	4
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	33,3%	33,3%
	5 o 6 días a la semana	Recuento	3	2	5
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	50,0%	33,3%	41,7%
	Todos los días de la semana	Recuento	1	2	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	16,7%	33,3%	25,0%
Total		Recuento	6	6	12
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Respuesta obtenida de la encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 12. El mayor porcentaje del grupo con tendinopatía es 50% que corresponde a 5 o 6 días a la semana mientras que en el grupo sin tendinopatía no existen diferencias evidentes.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig**= 0,018, por lo tanto, se rechaza la **H₀** (la distribución es normal) y se acepta la **H₁** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **H₀**: La frecuencia de entrenamiento por días de la semana no difiere entre atletas con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles, **H₁**: Existe una diferencia estadísticamente significativamente entre la frecuencia de entrenamiento por días de la semana con la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,733 > 0,05.

En conclusión, se acepta la hipótesis nula (H₀).

Tabla 13. Distribución según el tiempo de entrenamiento de atletismo (n=12)

		Presencia de tendinopatía de Aquiles		Total	
		Con Tendinopatía	Sin Tendinopatía		
Tiempo de entrenamiento	[0-10 años[	Recuento	3	4	7
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	50,0%	66,7%	58,3%
	[10-20 años[	Recuento	1	2	3
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	16,7%	33,3%	25,0%
	[20-30 años[	Recuento	2	0	2
		% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	33,3%	0,0%	16,7%
Total	Recuento	6	6	12	
	% dentro de Presencia de tendinopatía de Aquiles	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Respuesta obtenida de la encuesta a los deportistas de atletismo.

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín mediante SPSS.

Tabla 13. Esta tabla analiza que el grupo con tendinopatía se produce en un 50% en atletas que entrenaron meses hasta 10 años, el grupo sin tendinopatía en su mayoría lleva entrenando en este mismo periodo en un 66,7%.

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro Wilk, **Sig=** 0,002, por lo tanto, se rechaza la **H₀** (la distribución es normal) y se acepta la **H₁** (la distribución no es normal). En consecuencia, se aplica una prueba no paramétrica para dos muestras independientes de U Mann Whitney. Se plantea hipótesis nula y alterna, **H₀**: El tiempo de entrenamiento de atletismo no difiere entre atletas con tendinopatía y sin tendinopatía de Aquiles, **H₁**: Existe una diferencia estadísticamente significativamente entre el tiempo de entrenamiento de atletismo con la presencia de Tendinopatía de Aquiles.

Según análisis estadístico, la **significancia asintótica bilateral** = 0,367 > 0,05.
En conclusión, se acepta la hipótesis nula (H₀).

4.2 Discusión

El objetivo planteado en este estudio fue determinar estadísticamente si los factores de riesgo planteados en este estudio predisponen a tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo del estadio “Eloy Alfaro”. Chimbacalle. Quito.

Entre los factores intrínsecos se realizó la relación de variables como el sexo y la presencia de tendinopatía de Aquiles. Este estudio muestra que el sexo no difiere significativamente entre el grupo con tendinopatía y sin tendinopatía, es decir que no tienen relación entre ser hombre o mujer con padecer esta lesión. Otros estudios señalan que los trastornos del tendón de Aquiles se encuentran entre las enfermedades más comunes que ven los médicos de medicina deportiva, con predominio masculino (Pierre, Moncayo, & Terk, 2010, pág. 438).

Además, se identificó que no existe relación estadísticamente significativa entre la edad y la Tendinopatía de Aquiles. En contraposición, un estudio elaborado por Jill Cook mostraba que la incidencia de tendinopatía aumentaba respecto a la edad en los jugadores, a mayor edad, existía mayor riesgo de lesión (Sanchís, s.f., pág. 22). Por otro lado, otro estudio según (Cobos, Vega, Anguita, & Martín, 2010), “es común en varios grupos de edad debido a repercusión en actividades cotidianas ya que pueden producirse por traumatismos deportivos, factores predisponentes como alteraciones biomecánicas o morfológicas, uso de calzado inadecuado y la toma de medicamentos” (pág. 35).

El IMC no está relacionado significativamente con la presencia de Tendinopatía de Aquiles en la muestra de este estudio debido a que gran parte de los atletas mantienen un peso normal por la actividad física que realizan, sin embargo, los estudios sugieren un riesgo sustancialmente mayor de lesión del tendón asociada con la obesidad, las personas con exceso de peso, tienen alto riesgo de sufrir lesiones

mecánicas en su sistema musculoesquelético por eso deben tener cuidado al desarrollar actividad física o comenzar a entrenar (Butragueño, 2019).

En cuanto a la relación fuerza y tendinopatía, no existe diferencia estadísticamente significativa. En relación a la fuerza una investigación señaló que “Los ejercicios de los músculos de la pantorrilla parecen una intervención preventiva plausible, ya que la disminución de la fuerza del flexor plantar es un factor de riesgo” (Vlist, Breda, Oei, Verhaar, & Jan de Vos, 2019, pág. 8).

La presente investigación no encontró diferencia estadística para la limitación de la dorsiflexión y la Tendinopatía de Aquiles. Otro estudio concluyó que la disminución del rango de movimiento de la dorsiflexión se identifica como un factor de riesgo para la tendinopatía de Aquiles ya que pueden alterar la carga del tendón predisponiendo a los atletas a sufrir lesiones. Por lo que se recomienda la evaluación del rango de movimiento en pacientes con TA (Gravare, Hanlon, & Sprague, 2020, pág. 441).

La relación entre el tipo de pie y la Tendinopatía de Aquiles no tiene diferencia estadística significativa en grupos con y sin tendinopatía. Otra investigación concluyó en que el pie cavo llevado a la actividad, trae conjuntamente probabilidades de asociarlo a patologías por sobreuso como la Tendinopatía aquiliana. (Zanchetta, 2018, pág. 7).

Los factores extrínsecos como la carga y el tiempo de entrenamiento por días de la semana y años tampoco mostraron diferencia estadísticamente significativa. Otro estudio explicó que la carga excesiva del tendón durante el esfuerzo físico vigoroso es considerada como el principal estímulo patológico. Uno de los grupos que resultó más afectado por la tendinopatía fueron los atletas ya que su actividad física es de alta intensidad y frecuencia (Arnal, y otros, 2020).

4.3 Limitaciones del estudio

En el estadio de Chimbacalle entrenan atletas hombres y mujeres, sin embargo, el sexo que más predomina es el masculino lo cual puede influir en la relación del sexo con la presencia de tendinopatía de Aquiles.

Este estudio fue realizado en la pandemia del Covid 19 razón por la cual muchos deportistas optaron por dejar el entrenamiento de atletismo durante meses y otros no han regresado ya que representaba un riesgo de contagio, también se perdió el contacto de 1 participante con la lesión de tendón de Aquiles y 1 participante se retiró del estudio razón por la cual no fueron incluidos en esta investigación y por consiguiente se redujo la muestra.

CONCLUSIONES

Los factores de riesgo intrínsecos (edad, sexo, IMC, fuerza, limitación de la dorsiflexión, tipo de pie) y factores de riesgo extrínsecos (carga y tiempo de entrenamiento) planteados en esta investigación aunque tuvieron diferencia en la media de los dos grupos (con y sin tendinopatía), estadísticamente no se expresó relación significativa, sin embargo existen estudios que relacionan algunos de los factores anteriormente expuestos en otras poblaciones de deportistas en tanto esto puede ocurrir debido a que la muestra no es lo suficientemente representativa.

Debido a que no existe relación entre ninguno de los factores de riesgo con la presencia de Tendinopatía de Aquiles no se puede identificar la etiología de esta lesión en este grupo de atletismo y por lo mismo no se puede diseñar un plan de prevención para evitar la lesión de este tendón en este grupo de atletas, sin embargo, tampoco se puede excluir estos factores hasta que no exista un estudio con muestra representativa que concluya de la misma manera.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en próximas investigaciones se realice el estudio con una muestra más representativa y homogénea, es decir con más participantes ya que existen diferencias evidentes en las tablas de contingencia y la diferencia entre las medias sin embargo estadísticamente no se aprecia diferencias significativas lo cual no permite obtener resultados precisos y confiables. Además, se puede replicar el estudio realizando comparaciones entre distintos grupos de atletismo para obtener amplia gama de resultados.

Se recomienda también que se utilicen instrumentos de evaluación mucho más específicos como por ejemplo la dinamometría isocinética para valorar la fuerza muscular, la frecuencia cardiaca para la intensidad del entrenamiento y goniómetro digital para valorar la dorsiflexión con el fin de evitar el sesgo en la investigación tomando en cuenta por ejemplo que se aplicó un test subjetivo de Borg para determinar la carga en el entrenamiento.

Debido al que el grupo no está dirigido por un entrenador certificado, se recomienda al grupo de atletas buscar la guía de un profesional como la de un fisioterapeuta deportivo quien pueda brindar asesoramiento adecuado a fin de evitar lesiones no solo en el tobillo y pie, así mismo se puede aprender la aplicación de masaje deportivo, kinesiotape, estiramiento y calentamiento específico y general, así como ejercicios de fortalecimiento a fin de reducir la aparición de lesiones y potenciar a sus deportistas aún mayor nivel.

Bibliografía

- Abián, J., Garrigós, J., González, C., & Salinero, J. (2013). *La Biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo*. Madrid: IMC.
- American College of Foot and Ankle Surgeons. (2007). *Pie cavo (Pie de arco alto)*. Obtenido de https://www.austinregionalclinic.com/templates/ARC/Assets/carvus-foot_sp.pdf
- Arnal, A., Espí, G., Cano, D., Gómez, E., Balbastre, I., Iñiguez, V., & Herrero, T. (2020). *Efficacy of eccentric exercise as a treatment for Achilles tendinopathy: literature review*. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-25492020000200007
- Asociación Española de Ortopedistas. (2003). *Lesiones deportivas frecuentes*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00902003000200006
- Becker, J., James, S., Wayner, R., Osternig, L., & Chou, L.-S. (2017). Factores biomecánicos asociados con la tendinopatía de Aquiles y el síndrome de estrés tibial medial en corredores. *The American Journal of Sports Medicine*, 1-8.
- Brusasca, C., Labiano, M., & Portellano, J. (2011). *Lateralidad y variables de personalidad*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjrvbat7avsAhUIwVkkHZ6bABMQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F1793%2F179322533004.pdf&usg=AOvVaw2guWJlIrP4bcZc78l0gOi>
- Burkhalter, N. (1996). Instrument evaluation of Borg's perceived exertion scale in cardiac rehabilitation. *Latino-Am. Enfermagem*, 65-73.
- Butragueño, J. (2019). *¿Es la obesidad un factor de riesgo para la tendinopatía?* Obtenido de <https://g-se.com/es-la-obesidad-un-factor-de-riesgo-para-la-tendinopatia-bp-x5ddd76d40b5a7>
- Casas, J., Labrador, R., & Donad, J. (2003). Surveys as a research technique. Composition of questionnaires and statistical processing of data. ELSEVIER.
- Chavez, G. (2017). *TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO DE RUPTURA DEL TENDÓN DE AQUILES POSQUIRÚRGICO*. Obtenido de <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1809/TRAB.SUF.PROF.%20CHAVEZ%20ROMERO%2C%20GRACE%20MELIZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cipriani, D., Pera, D., Pomerantz, A., Reid, A., & Brown, T. (2020). A Proposed Modification to the Ankle Dorsiflexion Lunge Measure in Weight Bearing: Clinical Application with Reliability and Validity. *Orthopaedic Practice*, 88-90.
- Clanton, T., Matheny, L., Jarvis, H., & Jeronimus, A. (2012). Return to Play in Athletes Following Ankle Injuries. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 471-475.
- Cobos, C., Vega, M., Anguita, G., & Martín, A. (2010). Achilles tendon injuries. Diagnostic Imaging. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 35-45.

- Cook, J., Riosa, E., Purdamb, C., Girdwooda, M., Ortega, S., & Docking, S. (2017). El continuum de la patología de tendón: concepto actual e implicaciones clínicas. *Apunts Med Esport*, 61-19.
- Correa, J., & Corredor, D. (2009). *Principios y métodos para el entrenamiento de la fuerza muscular*. Obtenido de <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/11486>
- Dederer, K., & Tennant, J. (2019). Consideraciones anatómicas y funcionales en las lesiones del tendón de Aquiles. Carolina del Norte: ELSEVIER.
- Del Buono, A., Chan, O., & Maffull, N. (2013). Tendón de Aquiles: anatomía funcional y nuevos modelos emergentes de clasificación de imágenes. Springer.
- Egger, A., & Berkowitz, M. (2017). Achilles tendon injuries. Springer.
- Equipo Editorial Síclo. (2021). *Escala de Borg: Qué es y cómo aplicarla*. Obtenido de <https://www.siclo.com/blog/escala-de-borg-que-es-y-como-aplicarla>
- Ergodinámica. (s.f). *Pie plano y pie cavo: Qué son, cuáles son sus síntomas y cómo podemos tratarlo*. Obtenido de <https://www.ergodinamica.com/blog/pie-plano-pie-cavo-que-son-sus-sintomas-y-tratamiento/>
- Fisiowebinar. (2021). *Cuestionario Valoración Tendinopatía Aquilea VISA-A - Español*. Obtenido de <https://fisiowebinar.com/recurso/cuestionario-tendinopatía-aquilea-visa-a/>
- Gaida, J., Alfredson, H., Forsgren, S., & Cook, J. (s.f.).
- Giráldez, V., & García, J. (2002). Estudio de las Superficies de Entrenamiento de los Atletas con Relación a la Prevención de Lesiones. *PubliCE*.
- Gómez, A., & Valero, A. (2013). El atletismo desde una perspectiva pedagógica. *Acción motriz revista científica digital*, 39-46.
- Gómez, A., Espí, G., Cano, D., Muñoz, E., Balbastre, I., Ramírez, V., & Herrero, T. (2020). Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la tendinopatía del tendón de Aquiles. *Scielo*, 211-233.
- Grävare, K., Hanlon, S., & Sprague, A. (2020). Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. *Journal of Athletic Training*, 438-447.
- Hall, E., & Docherty, C. (2016). Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1-20.
- Hornillos, I. (2000). Atletismo. INDE.
- Hutchison, A., Evans, R., Bodger, O., Pallister, I., Topliss, C., Williams, P., . . . Beard, D. (2013). What is the best clinical test for Achilles tendinopathy? *Foot and Ankle Surgery*, 112-117.
- Janssen, I., Van der Worp, H., Hensinga, S., & Zwerverb, J. (2017). Investigating Achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Research in Sports Medicine*, 1-12.
- Jennings, M., Liew, V., & Marine, B. (2019). Actualizaciones en las opciones de tratamiento de la tendinopatía. *Clin Podiatr Med Surg*, 543-552.

- Jurado, A., & Medina, I. (2008). *Tendón. Valoración y tratamiento en fisioterapia*. Badalona: Paidotribo.
- Kapandji. (2010). *Fisiología articular*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Kendall's. (2007). *Músculos, pruebas funcionales, postura y dolor*. Madrid: MARBÁN.
- Kozlovskaia, M., Vlahovich, N., Ashton, K., & Hughes, D. (2017). Biomedical Risk Factors of Achilles Tendinopathy in Physically Active People: a Systematic Review. *Sports Medicine*, 1-14.
- Lamas, M. (2000). Diferencias de sexo, género y diferencia sexual. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 1-2.
- Larrosa, M., & Moliné, M. (2003). Alteraciones de la bóveda plantar. *Revista Española de Reumatología*, 489-498.
- Luengas, L., Díaz, M., & González, J. (2016). Determinación de tipo de pie mediante procesamiento de imágenes. *Ingenium*, 147-161.
- Maffulli, N., Giai Via, A., & Oliva, F. (2015). Trastornos crónicos del tendón de Aquiles. *Clin Sports Med*, 1-18.
- Malliaras, P., & Neill, S. (2017). Potential risk factors leading to tendinopathy. *Apunts Sports Medicine*, 71-77.
- Martínez, C. (2011). "MOVILIZACIÓN TRANSVERSA PROFUNDA (M POR FTP) EN TENDINITIS DE MIEMBRO INFERIOR EN PACIENTES QUE ACUDEN A LA FUNDACIÓN CORAZÓN DE MARÍA EN EL PERÍODO FEBRERO- JULIO DEL 2011". Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5894/1/Mart%C3%ADnez%20Gavilanes%2C%20Clara%20Judith.pdf>
- Mayo Clinic. (2020). *Calzado deportivo: las características y el calce adecuados para mantenerte en movimiento*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/fitness/in-depth/walking/art-20043897>
- McAuliffe, S., Tabuena, A., McCreesh, K., O'Keeffe, M., Hurley, J., Comyns, T., . . . O'Sullivan, K. (2019). Altered Strength Profile in Achilles Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training*.
- Mena, R. (2014). *Caracterización teórica del atletismo como deporte*. Obtenido de <https://www.efdeportes.com/efd189/caracterizacion-del-atletismo-como-deporte.htm>
- Moreno, M. (2012). Definition and classification of obesity. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 124-128.
- Mousavia, S., Hijmansb, J., Rajabic, R., Diercksd, R., & Zwervera, J. (2019). Kinematic risk factors for lower limb tendinopathy in distance runners: A systematic review and meta-analysis. En *Gait Posture* (págs. 13-24). ELSEVIER.
- O'Brien, M. (2005). *The Anatomy of the Achilles Tendon*. Dublín: ELSEVIER.
- OMS. (2020). Obtenido de https://www.who.int/topics/risk_factors/es/

- O'Neill, S., Watson, P., & Barry, S. (2017). UN ESTUDIO DELPHI DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA TENDINOPATÍA DE AQUILES - OPINIONES DE LOS EXPERTOS MUNDIALES EN TENDÓN. *Revista Internacional de Fisioterapia Deportiva*, 684-697.
- Oxford Languages. (s.f). Obtenido de <https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>
- Pérez, J., Gómez, M., Cuevas, J., & Martínez, A. (2015). Relationship of the foot posture with the most frequent injuries in athletes. A pilot study. *Arch. med. deporte*, 76-81.
- Pierre, C., Moncayo, V., & Terk, M. (2010). MRI of the Achilles tendon: A comprehensive review of the anatomy, biomechanics, and imaging of overuse tendinopathies. *Healthcare*, 438-454.
- Polar. (s.f). Obtenido de CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO: https://support.polar.com/es/support/the_what_and_how_of_training_load
- Premium Madrid. (2019). Obtenido de Valoración de las tendinopatías aquíleas: <https://rehabilitacionpremiummadrid.com/blog/premium-madrid/valoracion-tendinopatias-aquileas/>
- Real Academia Española. (2019). Obtenido de <https://dle.rae.es/edad>
- Sanchís, D. (s.f.). *LAS TENDINOPATÍAS DEL TENDÓN DE AQUILES Y DEL TENDÓN ROTULIANO: TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN*. Obtenido de <http://www.feb.es/Documentos/Archivo/pdf/medicina/articulos/Tendinopatias.pdf>
- Sapiña, M. (2021). *Pies planos en el niño, ¿Cómo evoluciona el pie en esta etapa de crecimiento?* Obtenido de <https://www.tupediatraonline.com/consultas-frecuentes/2021/04/28/pies-planos-nino-crecimiento/>
- SemFYC. (2005). *Guía práctica de salud. Cálculo del índice de masa corporal*. Obtenido de https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2016/07/24_01.pdf
- Suárez, W., & Sánchez, A. (2018). Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutrición Clínica en Medicina*, 128-139.
- Unaicho, J. (2012). *BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS ERGONÓMICAS DEL CALZADO DEPORTIVO EN LESIONES DE RODILLAS EN PERSONAS QUE REALIZAN AEROBICS EN EL GIMNASIO LIFE FIT DE LA CIUDAD DE AMBATO, PERÍODO FEBRERO – JULIO 2011*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3028/1/Unaicho%20Panam%C3%A1%20Jeannette%20del%20Roc%C3%ADo.pdf>
- Van der Vlist, A., Winters, M., Weir, A., Ardern, C., Welton, N., Caldwell, D., . . . Jan de Vos, R. (2020). Which treatment is most effective for patients with Achilles tendinopathy? A living systematic review with network meta-analysis of 29 randomised controlled trials. *Br J Sports Med*, 1-8.
- Vlist, A., Breda, S., Oei, E., Verhaar, J., & Jan de Vos, R. (2019). Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med*, 1-11.
- Winnicki, K., Ochała, A., Ruto, B., Pękała, P., & Tomaszewski, K. (2020). Anatomía funcional, histología y biomecánica del tendón de Aquiles humano: una revisión completa. Cracovia: ELSEVIER.

- Xu, H., Li, H., & Hua, Y. (2019). Chinese Consensus on Insertional Achilles Tendinopathy. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 1.
- Youdas, J., McLean, T., Krause, D., & Hollman, J. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. . *Journal of sport rehabilitation*, 358-374. Obtenido de Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. .
- Yun Li, H., & Hui Hua, Y. (2016). Achilles Tendinopathy: Current Concepts about the Basic Science and Clinical Treatments. *BioMed Research International*, 1.
- Zanchetta, F. (2018). *Correlación entre Pie Cavo y Tendinopatía de Aquiles en personas que realizan actividad física*. Obtenido de http://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH2f32/b836aa4e.dir/BRC_TFI_Zanchetta_Francisco_Nicolas.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

Tema: Factores de riesgo que predisponen a tendinopatía de Aquiles en deportistas de atletismo entre 18 a 66 años. estadio “Eloy Alfaro”. Chimbacalle. Quito. Periodo Enero-septiembre 2021.

Yo Guachamín Quisaguano Gabriela Fernanda estudiante de octavo semestre de la carrera de Terapia Física de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador “PUCE” le hago una cordial invitación a participar de mi proyecto de investigación de pregrado el cual constituye un requisito para optar por mi título profesional. A continuación, me permito proporcionarle información más detallada, de existir preguntas adicionales con gusto podré solventar sus inquietudes. De antemano mis mayores agradecimientos.

- Se realizará una encuesta relacionada al entrenamiento y para recopilar información relacionada a la historia clínica como: nombre, sexo, edad, talla, peso, etc
- Evaluación de la huella plantar “Índice de Hernández Corvo”.
- Se aplicará test de palpación para tendinopatía de Aquiles, test de Lunge para conocer si existe limitación de la dorsiflexión de tobillo y prueba de elevación de talones para conocer la fuerza de los flexores plantares.
- Determinar el esfuerzo del entrenamiento según escala de Borg.

No existen riesgos ni inconvenientes relacionados con este estudio que puedan afectar su salud ya que no realizaré ningún tratamiento invasivo.

Me reservo su derecho de confidencialidad, es decir no se pondrá en evidencia su identidad, la investigación muestra datos generales de participantes anónimos.

En cualquier momento de la investigación, usted puede decidir continuar o retractarse esto no interferirá en ningún efecto. Recuerde que su participación es libre y voluntaria.

Yo..... con CI..... He leído y he comprendido toda la información expuesta anteriormente, en consecuencia, SI/ NO acepto participar en este proyecto de investigación de forma voluntaria.

Firma.....

Nombre del investigador: Gabriela Fernanda Guachamín Quisaguano

CI: 1750887562

Firma:.....

Anexo 2. Hoja de encuesta

La siguiente encuesta es un instrumento destinado a obtener datos respecto a la tendinopatía de Aquiles. Por favor conteste a las preguntas de selección con una X.

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Talla:** _____ **Peso:** _____

1. **Sexo:** ____ Masculino ____ Femenino

2. **¿Cuántos años aproximadamente entrena atletismo?** _____

3. **En cuanto al atletismo, en que grupo se clasificaría:**

____ Novatos ____ Atletas aficionados y competitivos ____ Corredores de élite

4. **En cuanto a las especialidades del atletismo, marque a la que usted pertenece:**

____ Carreras (velocidad, medio fondo, fondo o gran fondo) ____ Vallas

____ Obstáculos ____ Marcha ____ Saltos ____ Lanzamientos

5. **¿Con qué frecuencia realiza atletismo?**

____ 1 o 2 días de la semana ____ 5 a 6 días de la semana

____ 3 o 4 días de la semana ____ Todos los días de la semana

6. **¿En qué superficies de entrenamiento realiza atletismo con mayor frecuencia?**

____ Pista ____ Tierra ____ Asfalto ____ Monte ____ Montaña ____ Todas las anteriores

7. **¿Tiene diagnóstico médico o fisioterapéutico de tendinopatía de Aquiles?**

____ Si ____ No

8. En escala de Borg ¿Cuánto es el esfuerzo que realiza usted al practicar atletismo? Por favor seleccione un número de las opciones que se muestran en la escala.

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo máximo

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamín

Anexo 3. Hoja de registro

Prueba de Lunge

	N° participante	Derecho	Izquierdo	Conclusión
Si levanta el talón				
No levanta el talón				

Test de elevación de talones

Tiempo de la prueba: 1 minuto

N° participante	Pie derecho	Pie izquierdo	Promedio de elevaciones

Elaborado por: Gabriela Fernanda Guachamin.