



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
División de Estudios de Posgrado

SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra

ESPECIALIDAD EN:
(Ortopedia)

**“FRECUENCIA DE ACORTAMIENTO DE GASTROCNEMIOS
EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO COMO FACTOR DE
RIESGO PARA DESARROLLO DE LESIONES SISTEMA
AQUILEO CALCANEO PLANTAR”**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
Ortopedia

P R E S E N T A:
OSCAR ADRIAN RODRIGUEZ MIRANDA

PROFESOR TITULAR
JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA



DIRECTOR DE TESIS
JUAN RICARDO CORTÉS GARCÍA

Ciudad de México

Febrero 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



"FRECUENCIA DE ACORTAMIENTO DE GASTROCNEMIOS EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO COMO FACTOR DE RIESGO PARA DESARROLLO DE LESIONES SISTEMA AQUILEO CALCANEO PLANTAR"

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA
PROFESOR TITULAR

DR. JUAN RICARDO CORTÉS GARCÍA
TUTOR DE TESIS

DR. JUAN RICARDO CORTÉS GARCÍA
ASESOR METODOLÓGICO



DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD.

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a mis padres Ralph José Rodríguez Villalobos Ma del Carmen Miranda Figueroa, por la formación, la enseñanza y el apoyo que siempre me brindaron de manera incondicional durante toda la vida y gracias ustedes soy la persona quien soy en este momento; ya que siempre me llevaron de la mano y que nunca soltaron la rienda de mí, tuve la determinación de ser la persona buena, apasionada y exitosa que soy ahora

.

Quisiera agradecer en segundo lugar a mis hermanas Maricarmen, Erandi y Ximena por siempre estar al pendiente de mí en todo ámbito, social y laboral, en los momentos difíciles y así como como en los momentos importantes.

.

Agradezco a mis compañeros de generación en especial a los de la guardia C, Vianey, Max, Juan Pablo por todo el apoyo, respaldo y paros que siempre me brindaron desde el inicio de la residencia.

Agradezco a mis profesores por sus enseñanzas y apoyo en mi formación como especialista.



ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCION.....	7
MARCO TEORICO.....	8
JUSTIFICACIÓN.	20
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	21
HIPÓTESIS.....	21
OBJETIVOS.	21
OBJETIVO GENERAL.	21
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	21
MATERIAL Y MÉTODOS.	23
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD	23
RESULTADOS.	24
DISCUSIÓN.	31
CONCLUSIÓN.	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35



RESUMEN

Antecedentes. El acortamiento de los gastrocnemios es una condición que puede aparecer durante la vida adulta joven, de forma aislada o acompañada de otras afecciones del pie y/o del tobillo (lesión degenerativa del tendón tibial posterior con pie plano valgo secundario, tendinopatía del Aquiles, fascitis plantar metatarsalgias, sinovitis metatarsofalángicas, hallux valgus, hallux rigidus, dedos en martillo, úlceras plantares en el diabético, neuroartropatía de Charcot) donde la retracción de los músculos gastrocnemios trae como consecuencia alteraciones que producen dolor en antepié y/o mediopié, conllevando una alteración de la posición de apoyo y la marcha de los pacientes

MATERIAL Y METODOS: estudio transversal, analítico y comparativo, Se consideró un grupo 54 atletas total, dividido en 38 hombres y 16 mujeres, todos deportistas de atletismo de carrera de medio y alto rendimiento que cumplieran con los criterios de inclusión.

RESULTADOS: Se realizó análisis clínico de 54 atletas de los cuales 32 presentaron un Silfverskiöld positivo, de esos el 78% está relacionado con lesiones de sistema aquíleo calcáneo plantar, el ancho del Aquiles no representó ser significativo para presentar lesiones asociadas al SACP, el 50% de los corredores de medio rendimiento presentaron lesiones asociadas al SACP, los corredores de medio y alto rendimiento que llevan entrenando 6-10 años y 11-15 años presentan mayor probabilidad de que padezcan lesiones asociadas al SACP.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN: El acortamiento de gastrocnemios no diagnosticada en atletas de alto rendimiento pertenecientes a disciplina de atletismo puede asociarse a lesiones o síndromes dolorosos, que deterioren paulatinamente su rendimiento físico o limitar su preparación y entrenamiento deportivo; o aparición de lesiones que terminen definitivamente su actividad deportiva a mediano o largo plazo

Palabras Clave: Aquiles, Silfverskiöld, Atletas, Fascitis



1. INTRODUCCIÓN

El acortamiento de los gastrocnemios es una condición que puede aparecer durante la vida adulta joven, de forma aislada o acompañada de otras afecciones del pie y/o del tobillo (lesión degenerativa del tendón tibial posterior con pie plano valgo secundario, tendinopatía del Aquiles, fascitis plantar metatarsalgias, sinovitis metatarsofalángicas, hallux valgus, hallux rigidus, dedos en martillo, úlceras plantares en el diabético, neuroartropatía de Charcot) donde la retracción de los músculos gastrocnemios trae como consecuencia alteraciones que producen dolor en antepié y/o mediopié, conllevando una alteración de la posición de apoyo y la marcha de los pacientes (1) (2)

A largo plazo, un acortamiento de gastrocnemios no diagnosticado, ni tratado puede traducirse en una alteración del patrón de la marcha con consecuencias clínicas; por esto resulta ser importante aplicar un enfoque terapéutico óptimo con el objetivo de mejorar la clínica de estos pacientes y a evitar problemas a futuro. (3)

Una de las consecuencias mecánicas más importantes del aumento de fuerza de tracción del tendón de Aquiles provocado por la actividad contráctil del conjunto gastrocnemio soleo (CGS), es el aumento de tensión en la fascia plantar y complejo ligamentario plantar durante la bipedestación, marcha y principalmente durante las actividades en carga cíclica repetitiva como en los corredores. (4)

En las últimas tres décadas, la incidencia de tendinopatía de Aquiles y otras patologías secundarias a acortamiento de gastrocnemios, ha aumentado como resultado de una mayor participación en actividades deportivas. (5)

La tasa de lesiones del tendón de Aquiles, fascitis plantar y síndrome de sobre carga anterior del pie en corredores es aproximadamente diez veces mayor que en los controles de la misma edad que no realizan ninguna práctica deportiva. Los efectos que puede provocar



una lesión en un atleta asociado a acortamiento de gastrocnemios, son diversos y de diferente grado. Pueden ir desde la simple molestia a la hora de realizar una tarea, hasta el hecho de tener que abandonar la práctica deportiva temporal o permanentemente. (6) Algunos autores, han investigado acerca de los tipos de factores de riesgo para lesiones en el sistema ACP. Se considera que existen factores de riesgo que favorecen la aparición de lesiones entre los que destacan: Errores de entrenamiento: - Distancia excesiva. - Progresión rápida. - Intensidad alta. - Trabajo en pendiente. - Técnica incorrecta. - Fatiga. - Programa de estiramiento incorrecto o inexistente para el complejo ACP (7)(8)

2. MARCO TEÓRICO

Acortamiento de gastrocnemios

Dentro del grupo de músculos que se encuentran en la pierna en su parte posterior encontramos los músculos gastrocnemios que son triarticulares, ya que involucran dos articulaciones (rodilla y tobillo) y contribuyen junto con el sóleo (uniarticular) a formar el tríceps sural (9)

Los músculos gastrocnemios forman parte del sistema aquileo-calcáneo plantar además de pertenecer a la cadena de músculos posteriores, los cuales pueden estar acortados (10)

Cuando los músculos gastrocnemios no siguen al crecimiento óseo, se puede considerar un acortamiento. Existe un acortamiento de los gastrocnemios en gran parte de la población adulta, según Maestro et al. (11)

Los gastrocnemios acortados pueden aparecer de forma unilateral o bilateral. Las consecuencias de su acortamiento pueden ser diversas; se pueden observar pies con huellas normales que adoptan un cavo o que se aplanan durante la marcha y viceversa. En la adolescencia y pubertad, en un tiempo relativamente corto, se puede producir la mayor retracción gemelar por lo que, al final de este período, una parte de la población presenta acortamiento de gastrocnemios (20% de la población) (3)



Fisiología

Los músculos gastrocnemios realizan la flexión plantar del tobillo y contribuyen débilmente a la flexión de la rodilla. Su importancia radica en ser el motor principal en la propulsión al inicio de la marcha (12)

El tríceps sural, conformado por los gastrocnemios y el sóleo, imprime al pie un triple movimiento de rotación:

- Un movimiento alrededor de su eje transversal que tiene como efecto el descenso de la punta y la elevación del tendón.
- Un movimiento alrededor de su eje vertical por el cual la punta se lleva hacia dentro y el talón hacia fuera.
- Un movimiento alrededor de su eje anteroposterior por el cual su borde lateral se eleva mientras que el borde medial baja.

El tríceps sural es a la vez flexor plantar y aductor del retropie del pie durante su activación. De estos dos movimientos el más importante es el movimiento de flexión plantar, la mayor parte de las veces enérgico, que se explica por el predominio de fibras de contracción rápida que componen el músculo.

El tríceps sural entra en acción principalmente durante la fase prepropulsiva y propulsiva de la marcha y despliega toda su potencia en la carrera y el salto. El pie genera una palanca de segundo género, la punta del pie actúa como punto de apoyo, la resistencia es el peso del cuerpo, que descansa en el talón y la potencia la generan los músculos gemelos. Asimismo, la contracción del tríceps sural forma parte del mecanismo de bomba para el retorno venoso del miembro inferior en el que el volumen muscular, la fuerza de contracción, frecuencia y tipo de actividad física / deportiva influirían en la eficacia de este mecanismo. (10) (11)



Prueba de Silfverskiöld

Los músculos gastrocnemios con frecuencia son olvidados en el momento del examen rutinario de los cirujanos ortopédicos, lo que los convierte en un ente mal explorado. De hecho, antes del año 2003 eran pocos los autores que lo describían en individuos no espásticos (13)

En individuos no espásticos, los gastrocnemios y su acortamiento pueden relacionarse con el dolor lumbar, y con trastornos a nivel de los miembros inferiores, como las tendinopatías del tendón de Aquiles o las entesopatías de inserción del calcáneo como la fascitis plantar, y en procesos que resultan en una hiperpresión o aumento de tensión en el antepié, desde la artrosis del Lisfranc al hallux valgus (14)

Los signos clínicos se agrupan bajo el nombre de "Síndrome de los Gastrocnemios Cortos". Este problema no suele ser tan infrecuente, puesto que afecta de un 10 a 15% de la población según Barouk y Barouk (15), con una mayor prevalencia en mujeres. Suele presentarse de forma bilateral, con la excepción de los deportistas donde los casos son con cierta frecuencia unilaterales y se afectan más los hombres (15)

El diagnóstico de gastrocnemios cortos depende del examen clínico, con el test o maniobra de Silfverskiöld, descrita por Nils Silfverskiöld en 1923 inicialmente empleada en el estudio de pacientes con afectación espásticas de las extremidades inferiores, como elemento esencial y obligatorio para establecer el diagnóstico. (Fig 2) (16)

- La flexión dorsal pasiva del tobillo es negativa (no llega a 0º) o igual a 0º con la rodilla en extensión, haciendo una presión moderada debajo del antepié.
- Esta flexión dorsal se normaliza con la flexión de la rodilla, con un mínimo de 13º de diferencia de flexión dorsal del tobillo entre la rodilla en extensión y la rodilla en flexión.



Fig. 2 Los gastrocnemios cortos cuando el test de Silfverskiöld es +: se observa un equinismo con la rodilla en extensión que desaparece con la rodilla en flexión.

El test de Silfverskiöld permite determinar si existe una retracción de los gastrocnemios si el test es positivo, y del sóleo o una rigidez articular tibio-astragalina si el test de Silfverskiöld es negativo. (tabla1)

Tabla 1. Interpretación del test de Silfverskiöld.

	Rodilla en extensión	Rodilla en flexión
Acortamiento gastrocnemios	-	+
Acortamiento soleo	-	-



Signos directos de acortamiento de gastrocnemios

Son los que están relacionados directamente con los gastrocnemios cortos, no los que están relacionados con las estructuras proximales (raquis) o distales (tendón de Aquiles, tobillo, pie).

Los signos principales directos son los dolores de la pantorrilla (calambres, tensiones), asociados a la dificultad o incomodidad al caminar sin tacones, debidos a una insuficiencia de la dorsiflexión del tobillo, que se ponen de manifiesto en el momento de realizar el examen clínico.

La indicación quirúrgica suele hacerse ante la presencia del signo de Silfverskiöld, pero también la retracción desempeña un papel importante. La presencia de signos directos es un argumento más para llegar a la indicación.

Signos indirectos de acortamiento de gastrocnemios

Barouk y Barouk (3) han investigado estos signos de forma prospectiva en pacientes con gastrocnemios cortos (185 pacientes), y encontraron gastrocnemios cortos en un 70% de los pacientes con lumbalgia y un 52% de los pacientes con inestabilidad de los miembros inferiores (sobre todo del tobillo).

Estos dos signos indirectos son poco conocidos pero importantes, y suelen desaparecer después del alargamiento de los gastrocnemios.

- Pie y tobillo: Drakos et al, y Di Giovanni et al, exponen las relaciones significativas que existen entre el acortamiento de los gastrocnemios y las deformidades del pie y tobillo.



(17) (18) Retropié: signos como el varo o valgo del tobillo y retropié; el valgo es más frecuente y constituye una adaptación al equinismo:

- Inestabilidad del tobillo, que puede situarse en valgo, aunque no siempre, con esguinces en varo.
 - Tendinopatías aquíleas, insercionales o del cuerpo tendinoso.
 - De manera general, entesopatías pericalcáneas.
 - Fascitis plantares.
- Antepié: -sobrecarga del antepié: Metatarsalgia”, neuroma de Morton, dedos en martillo u otros atrapamientos nerviosos.

– El hallux valgus es el signo distal más frecuente. Barouk y Barouk, en una serie de 137 pacientes con gastrocnemios cortos y problemas estáticos del antepié, constataron la presencia de hallux valgus en el 77% de los casos. En relación con el hallux valgus, el porcentaje más alto de gastrocnemios cortos lo encontró cuando existía el binomio hallux valgus/metatarsalgia (39% de los casos).

El acortamiento de los gastrocnemios es bilateral en la gran mayoría de los casos: Barouk observó un 90% de casos bilaterales sobre una serie de 137 pacientes (3).

Sistema Aquileo-calcáneo-plantar

El sistema Aquileo-Calcáneo-Plantar (ACP) fue descrito por Arandes y Viladot en 1954 y definido como “una unidad funcional que sirve para colocar el pie en posición de puntillas, básica en la fase de despegue de la marcha normal y necesaria para movimientos como la carrera, el salto o la danza. Las trabéculas posteriores del calcáneo son como un gran sesamoideo, una rótula, que transmite la potencia flexora del tríceps sural al antepié; para cumplir dicha función cuenta con el tendón de Aquiles” (9)

El sistema ACP se encuentra formado por los gastrocnemios y el sóleo, el tendón de Aquiles, el sistema trabecular posteroinferior del calcáneo, la musculatura corta del pie, especialmente el flexor corto plantar y el abductor del dedo gordo, y la aponeurosis plantar (Fig. 1). Su finalidad es la colocación del pie de puntillas, movimiento fundamental durante el despegue de la marcha normal, especialmente necesario para actividades física o deportiva como el salto o la carrera. (19)

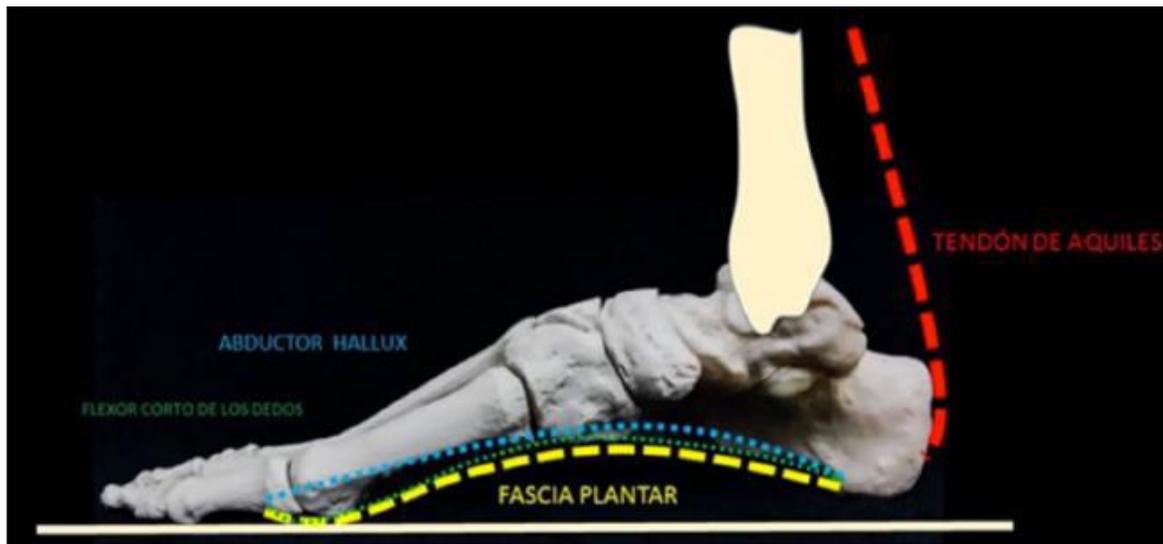


Fig. 1 El sistema Aquileo-Calcáneo-Plantar (ACP). (Tomada de: Foot and Ankle course online).

Atletismo

El atletismo se compone de pruebas de pista, que son ejercicios llevados a cabo en condiciones controladas, en las que los atletas pueden probarse conforme a distintos criterios físicos y mentales. Las más comunes de las pruebas de pista son: (20)

- **Carreras a pie.** Consistentes, obviamente, en una carrera de velocidad y/o resistencia sobre un terreno plano y acotado, puede ser de muchos tipos: carrera de velocidad, carrera de fondo, carrera de campo-a-través, pasaje de vallas o carrera de relevos.
-



- Se divide los grupos de corredores según los kilómetros corridos a la semana:
 - 20-40 corredores de bajo rendimiento
 - 40-80 corredores de medio rendimiento
 - >80km corredores de alto rendimiento

- **Marcha atlética.** De invención británica, consiste en un desplazamiento atlético durante el cual al menos un pie debe estar siempre en contacto con el suelo, de modo que no implique correr ni trotar, sino andar entre 20 y 50 kilómetros.

- **Salto.** Como su nombre lo indica, se espera de los atletas en este conjunto de pruebas que salten, ya sea ayudados por una vara larga y flexible (salto con pértiga), al final de una carrera corta (salto de longitud) o por encima de una barrera (salto de altura).

- **Lanzamientos.** De nuevo, su nombre lo indica todo: se trata de arrojar objetos (generalmente una jabalina, una bola o un martillo) empleando la fuerza del cuerpo completo, tomando o no una carrerilla de impulso. Quien llegue más lejos su objeto arrojado, vencerá.

- **Decatlón.** En esta categoría los atletas se someten a diez pruebas diferentes seguidas, que se llevan a cabo durante dos días, de manera continua y organizada. Su versión femenina, consistente en siete pruebas en lugar de diez, se conoce como heptatlón.

Es de importancia a lo anterior, añadir el gran aumento de participantes en estos tipos de carrera (practicantes del *jogging* o maratones populares), y que gran parte de estos deportistas han comenzado a practicar el deporte a una edad tardía, cuando el



fortalecimiento muscular no se acompaña del tendinoso. Además, por regla general, suelen ser personas que no han realizado deporte de forma regular anteriormente, que no suelen contar con entrenadores que les aconsejen en cuanto a su tipo y cantidad de entrenamiento ni con respecto a su equipo deportivo. Por ello, nos daremos cuenta de la magnitud que puede presentar este problema en función de la posibilidad de presentar una lesión en los elementos de carga como lo son el sistema APC. (21)

Lesiones del sistema APC

Los sitios anatómicos con mayor incidencia de lesiones reportadas en la literatura para la disciplina de atletismo fueron las extremidades inferiores (rodilla, pie, tobillo, muslo y pantorrilla) tanto para deportistas masculinos como femeninos. Estas localizaciones anatómicas están relacionadas con diferentes tipos de lesiones, predominando las contusiones, las lesiones articulares y de cartílago y, en menor proporción, las lesiones tendinosas y musculares. (22)

Tendón de Aquiles

Las lesiones del tendón de Aquiles forman parte de las más frecuentes entre los deportistas en general, y de los que practican la carrera de fondo en particular. Pueden llegar a constituir la quinta parte de todas las lesiones que presentan estos deportistas, e incluso se les considera, por diferentes autores, como las lesiones por sobrecarga más frecuentes en el deporte. (23)

El motivo por el cual su frecuencia de aparición en la carrera es tan elevado, se explica porque se trata de un deporte unidireccional, que requiere de una propulsión continua de los músculos de la pantorrilla. Son estas fuerzas de tracción las que generan la inflamación. (24)

A este hecho hay que añadir algunos de los factores siguientes: (25)

- Excesiva tensión de los músculos de la pantorrilla e isquiotibiales.



- Pronación del pie. La excesiva eversión del pie somete al tendón de Aquiles a un movimiento exagerado en el plano frontal, por lo que se producen con frecuencia lesiones por sobreuso.
- Correr cuesta abajo. Este gesto supone una sobrecarga adicional al tendón de Aquiles.
- Uso de zapatillas demasiado rígidas. Adiciona otra sobrecarga.
- Otros factores biomecánicos. También son importantes en la génesis de las lesiones del tendón de Aquiles el genuvaro, el pie cavo y las deformidades en varo del tobillo y antepié. Hacen que el pie contacte con el suelo con una posición de supinación excesiva, que se compensa con una hiperpronación en la fase de apoyo plantar, y, por tanto, obligan a un movimiento anormal de rotación al tendón.

En el trauma agudo predominan los factores extrínsecos, mientras que en los trastornos crónicos los factores intrínsecos y extrínsecos interactúan. (6) (tabla 2)

Factores intrínsecos	Factores extrínsecos
Edad: conforme más edad, mayor es la probabilidad de padecer tendinopatía Aquilea.	Actividad física.
Peso	Tipo de superficie, como por ejemplo suelos duros e irregulares.
Tabaquismo	Errores en el entrenamiento.
Enfermedades sistémicas y endocrinas: obesidad, hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes.	Carga excesiva
Calzado inadecuado y mal alineamientos	Medicamentos: corticoesteroides, antibiótico.
Predisposición genética.	Factores ambientales. Superficies irregulares, momento de la temporada, suma de factores, calzado inapropiado
Predisposición psicológica.	Ocupación.
La disfunción del gastrocnemio-sóleo, Vascularización del ltendon	Las lesiones previas

Tabla 2. Factores intrínsecos y extrínsecos para la tendinopatía de Aquiles (6)



Dolor de talón; Fascitis plantar y lesiones del tendón de Aquiles

El dolor de talón es muy prevalente. El dolor, especialmente después de un período de reposo, es el síntoma principal. La capacidad reducida para caminar largas distancias y la incapacidad para participar en ejercicios y deportes son otras quejas. El dolor de talón se clasifica clínicamente como posterior o plantar (26)

El dolor de talón posterior suele estar causado por una tendinopatía de la porción no insercional del tendón de Aquiles. Este dolor está asociado con el deporte y se está convirtiendo en una queja cada vez más común a medida que las personas continúan haciendo ejercicio hasta la edad avanzada. El dolor plantar del talón es causado con mayor frecuencia por la fascitis plantar. (27)

Los atletas jóvenes tienen una menor incidencia de dolor en el tendón de Aquiles que las personas mayores que participan en el mismo deporte. Se ha observado que los atletas mayores tienen una mayor prevalencia de tendinopatía insercional. que sus contrapartes más jóvenes. Los estudios muestran consistentemente que la tendinopatía no insercional es 4 veces más prevalente que la tendinopatía insercional sintomática. (28) (30)

3. ANTECEDENTES RELACIONADOS

Estudios demuestran que una alteración en la flexión dorsal del tobillo se asocia a aumento de la presión de la planta del pie, la cual a su vez se asocia a varias patologías que afectan al pie y tobillo, siendo una de las principales etiologías la presencia de músculos gastrocnemios cortos. Algunas de las características encontradas en este tipo de pacientes por Riddle (2004) en un estudio de 50 sujetos con este padecimiento incluían: sexo femenino (66%), edad de 41 a 60 años (68%), índice de masa corporal > 30 (58%), ocupación que requería bipedestación (24%), no trotar (92%), dorsiflexión de tobillo de 1 a 5 grados (48%). (29) (30)

La causa de la entesopatía del tendón de Aquiles es la tracción crónica del tendón de Aquiles donde se une al hueso del talón. La contractura y el acortamiento de los músculos de la



pantorrilla provocados por el sedentarismo y el sobrepeso o por un ejercicio excesivo aumentan el riesgo (31)

Al respecto de la asociación entre fascitis plantar y contractura del gastrocnemio se puede mencionar el artículo de Patel y DiGiovanni. Quienes revisaron prospectivamente a 254 pacientes con fascitis plantar. El diagnóstico fue clínico y se utilizaron los criterios de DiGiovanni para definir la contractura del complejo gastrocnemio-sóleo o del gastrocnemio. Además, estratificaron los grupos clínicos en agudos y crónicos, eligiendo 9 meses como punto de corte. El 83% de los pacientes tenía una dorsiflexión limitada del tobillo. El 57% tenía una contractura aislada del gastrocnemio, el 26% tenía una contractura de todo el complejo gastrocnemio-sóleo y el 17% no tenía limitación de la dorsiflexión. Cuando se comparó a los pacientes con síntomas agudos con aquellos con más de 9 meses de dolor, las cifras fueron similares. Los investigadores han demostrado que la dorsiflexión limitada del tobillo se asocia comúnmente con la fascitis plantar. (32) Otro estudio realizado por DiGiovanni et al, fue una comparación prospectiva de la dorsiflexión máxima del tobillo, como un sustituto de la tensión del gastrocnemio, en respuesta a una carga aplicada a la superficie inferior del pie en dos grupos de edad, peso y sexo saludables. El grupo de pacientes estaba compuesto por treinta y cuatro pacientes consecutivos con un diagnóstico de metatarsalgia o síntomas relacionados en el mediopié y / o el antepié. El grupo de control estaba formado por treinta y cuatro individuos sin síntomas de pie o tobillo. Los participantes fueron examinados clínicamente en busca de contractura de gastrocnemio y sóleo y posteriormente se evaluó la rigidez con el uso de un electrogoniómetro especialmente diseñado. Las mediciones se realizaron tanto con la rodilla extendida (el gastrocnemio en tensión) como con la rodilla flexionada (el gastrocnemio relajado). Con la rodilla completamente extendida, la dorsiflexión máxima media del tobillo fue de 4,5 ° en el grupo de pacientes y de 13,1 ° en el grupo de control ($p < 0,001$). Con la rodilla flexionada 90 °, el promedio fue 17,9 ° en el grupo de pacientes y 22,3 ° en la población control ($p = 0,09$). Cuando la contractura del gastrocnemio se definió como dorsiflexión de ≤ 5 ° durante la extensión de la rodilla, se identificó en el 65% de los pacientes en comparación con el 24% de la población de control. Sin embargo, cuando la contractura del gastrocnemio se



definió como una flexión dorsal de $\leq 10^\circ$, estuvo presente en el 88% y el 44%, respectivamente. Cuando la contractura del gastrocnemio-sóleo se definió como una dorsiflexión $\leq 10^\circ$ con la rodilla en 90° de flexión, se identificó en el 29% del grupo de pacientes y en el 15% del grupo control. (33)

4. JUSTIFICACIÓN

El acortamiento de gastrocnemios no diagnosticada en atletas de alto rendimiento pertenecientes a disciplina de atletismo puede asociarse a lesiones o síndromes dolorosos, que deterioren paulatinamente su rendimiento físico o limitar su preparación y entrenamiento deportivo; o aparición de lesiones que terminen definitivamente su actividad deportiva a mediano o largo plazo.

Algunos tipos de lesiones resultantes de las competiciones pueden tener una influencia negativa en los participantes de atletismo que desean prolongar la duración de su participación en el deporte. Por lo tanto, las lesiones en el atletismo podrían considerarse cuestiones importantes y deberían tratarse como factores clave para ayudar a mejorar las condiciones para hacer ejercicio o competir en atletismo.

Las consecuencias de las lesiones no solo se manifiestan en un mal desempeño para el atleta, si no también se manifiestan a nivel económico, con un gasto, en ocasiones prescindible, en masajistas y fisioterapeutas y con un coste en otras ocasiones para la salud pública.

Por ello, se hace necesario investigar entorno a las diferentes lesiones deportivas, y aportar resultados que ayuden a disminuir el número de lesionados.



5. HIPÓTESIS

Se espera encontrar al acortamiento de gastrocnemios como factor asociado a lesiones del "sistema aquileo-calcáneo-plantar" en deportistas de alto rendimiento pertenecientes a la disciplina de atletismo.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El acortamiento de gastrocnemios actúa como factor de riesgo para la alteración SACP en corredores de medio y alto rendimiento?

7. OBJETIVOS

Objetivo General

Describir la asociación del acortamiento de gastrocnemios con la alteración Aquileo-calcáneo-plantar en corredores adultos de medio y alto rendimiento.

Objetivos Específicos

- Determinar la asociación de acortamiento de gastrocnemios con la alteración Aquileo-calcáneo-plantar en corredores adultos de fondo.
- Determinar la anatomía antropométrica de los miembros pélvicos en corredores de fondo.
- Determinar las alteraciones morfológicas de pie y tobillo asociadas a acortamiento de gastrocnemios en el grupo de estudio.
- Comprobar que la fascitis plantar, el síndrome de sobre carga anterior de pie, la tendinitis, ruptura de tendón de Aquiles y equinismo subclínico son las patologías asociadas al acortamiento de gastrocnemios.
- Determinar la frecuencia de fascitis plantar, el síndrome de sobre carga anterior de pie, la tendinitis, ruptura de tendón de Aquiles y equinismo subclínico en los pacientes corredores de fondo



- Identificar cual de las patologías del sistema APC se relaciona directamente con el acortamiento de los gastrocnemios.

8. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

- a. Transversal
- b. Analítico

Población

- a. Hombres y mujeres, corredores de medio y alto rendimiento.

Criterios de inclusión.

- a. Hombres y Mujeres.
- b. Mayores de 18 años.
- c. Menores de 60 años
- d. Practica mayor de 5 años corredores de medio y alto rendimiento.
- e. Nacionalidad mexicana
- f. Sin comorbilidades
- g. Corredores de fondo (con tipo de choque de pie: metatarso o talón)
- h. Corredores que a la semana corran 40 km o mas.

Criterios de exclusión

- i. Pacientes con enfermedades crónico degenerativas
- j. Deformidad de calcáneo que condicione tendinopatía.

Descripción de la metodología

Se consideró finalmente un grupo 54 atletas total, dividido en 38 hombres y 16 mujeres, todos deportistas de atletismo que cumplieran con los criterios de inclusión.



Se realizó Consentimiento informado a todos los participantes del estudio previo a la toma de mediciones antropométricas y pruebas clínicas.

Se realizó una entrevista inicial, para evaluación diferentes características del atleta como variables sociodemográficas (edad, sexo) y variables estructurales medidas (talla, peso, índice de masa corporal), así como años de entrenamiento, lesiones previas.

Se realizaron varias evaluaciones clínicas (realizadas siempre por el mismo examinador), que incluyeron medición de:

- Prueba de Silfverskiold.
- Grosor de tendón de Aquiles.
- Datos de sobre carga anterior de antepié
- Datos para fascitis plantar, con puntos dolorosos

Definición Operacional

Prueba de Silfverskiold: es una prueba que explora en decúbito supino el grado de dorsiflexión del tobillo en dos posiciones de prueba, con la rodilla extendida y con la misma flexionada. En ambas, la exploración se realiza con las articulaciones del retropié mantenidas en una posición reducida, para bloquearlas y evitar errores de medición. El test compara los resultado alcanzados en ambas posicio–nes, y como describieron Patel et al en 2011, considera que el test es positivo “para el acortamiento aislado de gastrocnemios” cuando aparece una limitación importante de la dorsiflexión en extensión de rodilla, que se corrige con flexión de la rodilla a 90 grados. Según esos autores, el test también se puede considerar positivo “para el acortamiento del complejo gastro-sóleo” o por un problema articular cuando se presenta una limitación de la dorsiflexión tanto con rodilla extendida como flexionada. (32) (33)(Fig.2)

Grosor de tendón de Aquiles: El tendón de Aquiles, situado en la parte inferior de la pierna, es el tendón más fuerte y grueso del organismo. En cuanto a las medidas promedio del tendón de Aquiles debemos considerar una media de longitud de 15 centímetros y un grosor de 5,2. La anchura es de 6'8 mm en la parte alta, 1'8 en la media y 3'4 en la inserción. La elasticidad del tendón de Aquiles es de un 4 por ciento de su longitud (antes de rotura). El tendón de Aquiles es capaz de soportar doce veces y medio el peso corporal. (35)

Para esta medición se utilizó un medidor de Vernier para poder obtener el grosor del mismo expresado en mm, se realizó con el paciente en decúbito prono con las piernas recargadas en un tablón con colchón lograr la relajación de del complejo gastro-soleo, se palpa la prominencia del calcáneo en el retropié, de ahí con el mismo medidor se contaba 4 cm hacia proximal sobre el tendón se realiza marcaje y se obtenía la medición del grosor del tendón en la parte media del mismo, se considera como normal 15mm +/- 3 mm. (Fig. 4).



Fig 4. Medición de tendón de Aquiles con medidor de Vernier

Datos de fascitis plantar: de igual forma se realizó la exploración del pie de los participantes en el estudio con los pies descalzos y sin calcetines, se palpo realizando presión en la inserción de a fascia plantar, lugar que ha sido descrito para la



valoración clínica para diagnosticar fascitis plantar además de la presencia de sintomatología para esta entidad. (37)

Datos de equinismo subclínico: Para diagnosticar el equinismo, el médico evaluó el rango de movimiento del tobillo con la rodilla extendida con una presión moderada sobre la planta del pie, así como flexionada obteniendo mayor grado de dorsiflexión del pie. Esto permite al médico identificar si están rígidos el tendón o el músculo y evaluar si el hueso está interfiriendo con el movimiento del tobillo. (38).

Análisis estadístico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hizo un análisis descriptivo de las variables independientes cuantitativas con el cálculo de medias y desviaciones estándar, y variables cualitativas con promedios y porcentajes. Para la asociación entre la lesión del sistema Calcáneo Aquileo Plantar respecto al tipo de corredor y años de entrenamiento se realizó prueba de Chi².

Para la comparación de las variables cuantitativas continuas con prueba t de Student para muestras independientes. Un valor p de menos de 0.05 se consideró significativo. Los datos se organizaron en una hoja de cálculo MS Excel y el análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) versión 22.

CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD

De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación, este estudio se considera de categoría I.- Investigación sin riesgo al ser un estudio de práctica clínica habitual, donde se realizó únicamente revisión del expediente clínico electrónico. No se llevó a cabo ninguna intervención o modificación intencionada en el tratamiento de los individuos del estudio. No existe conflicto de intereses por parte de los investigadores.



RESULTADOS

Durante la medición clínica de forma transversal, (siempre realizada por el mismo médico), se obtuvo los datos de 54 corredores de medio y alto rendimiento, 38 hombres y 16 mujeres, con edades comprendidas desde 20 hasta los 50 años. Las características socio demográficas se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Características socio-demograficas, SACP = sistema Aquíleo-calcáneo-plantar

	Frecuencia / media	Porcentaje / Desviación Estandar
Sexo femenino	16	29.60%
Sexo masculino	38	70.30%
Edad	37.7	±9.422
Peso	65.7	±11.234
Altura	1.7	±0.08
IMC	22.7	±2.48
Años de entrenamiento	10.04	±7.34
Lesiones previas asociadas a SACP	32	59.20%

Respecto al peso (Kg) el valor máximo registrado en hombres fue de 90 kg, 25 kilogramos mayor que la media, mientras que para el grupo de mujeres el peso máximo registrado fue 67 kg, 2 kilogramos mayor que la media; el peso mínimo en el grupo de hombres fue de 50 kg y en el grupo de mujeres fue de 47 kg, 15kg y 18 kg respectivamente menor que la media. La estatura media en hombres fue de 1.7 m con un valor máximo de 1.92m y un mínimo de 1.6 m; en mujeres la estatura media corresponde a 159 cm con un valor máximo de 164 cm y un mínimo de 154cm.

En cuanto al IMC el valor máximo registrado es de 26.8, mientras que el mínimo fue de 18.8 con una media de 22.7, el 89 % del grupo se encuentra en el valor normal de IMC que va de 20-25. En relación a la dominancia vemos que poco más del 80% del grupo es diestro lo cual es equiparable a lo reportado para la población mundial.



El valor máximo de años de entrenamiento fue de 34 años (2%), mientras que el valor mínimo de entrenamiento como atleta de alto rendimiento fue de 5 años (25%).

Para la variable de lesiones previas que ha presentado el atleta que van en relación al sistema Aquileo-calcáneo- plantar observamos que el 59.2% de los atletas presentan o las han presentado, estas las pudimos dividir como directos para aquellos que presentaron esquinca de tobillo, calambres frecuentes en el gastrocnemio, tendinitis aquilea; e indirectas para aquellos que reportaron desde lumbalgia hasta fascitis plantar y dolor en el ante pie.

Aunque es un criterio de exclusión, cabe recalcar que solo 2 pacientes de los 54, presentaron alguna enfermedad crónica degenerativa equivalente al 3.6% , una de ellas Hipertensión arterial sistémica, y la otra cardiopatía no especificada.

A continuación, se reportan las frecuencias y porcentajes de las valoraciones clínicas realizadas a los participantes esto sin considerar la presencia del acortamiento de gastrocnemios o no (**Tabla 4**)

Tabla 4. Valoraciones clínicas realizadas para la identificación de datos clínicos positivos durante la exploración.

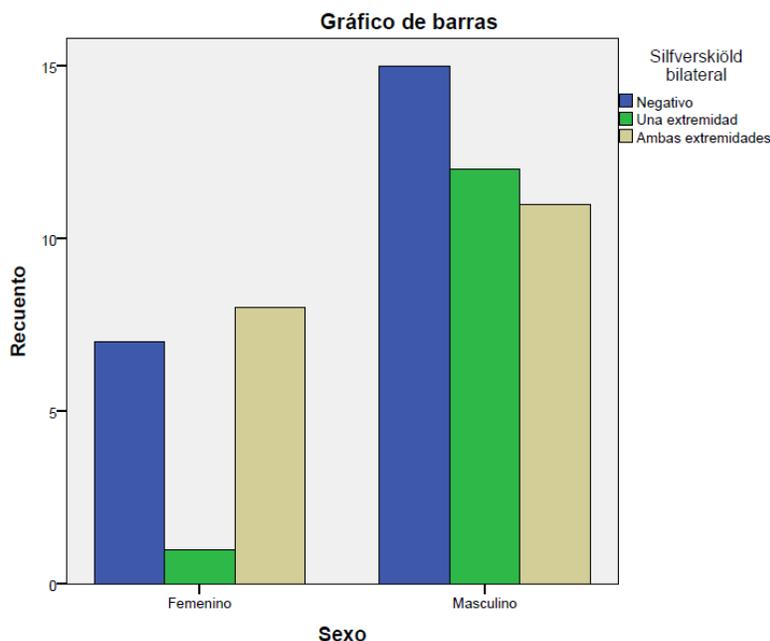
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Silfverskiöld	28	51.8	26	48.1
Derecho				
Silfverskiöld	23	42.5	31	57.4
Izquierdo				



sobre carga de antepié	39	72.2	15	27.7
Fascitis Plantar	32	59.2	22	40.7

En relación a acortamiento de gastrocnemios

En esta sección se realizó la comparación de aquellos participantes que resultaron con la prueba de Silfverskiöld positiva que es la prueba diagnóstica clínica para comprobar el acortamiento de gastrocnemios; contra aquellos que resultaron negativos. Del total de los 54 participantes 28 resultaron acortamiento de gastrocnemios y 26 resultaron negativos o sin contractura. De manera inicial observamos la distribución en cuanto al sexo para los positivos y negativos. **(Gráfico 1)**



A continuación, se muestra una tabla con la comparación entre grupos de prueba de Silfverskiöld positiva y negativa con grupo de personas que presentan lesiones asociadas al SCAP **(tabla 5)**



Silfverskiöld* Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar tabulación cruzada

			Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar		Total
			No	Si	
Silfverskiöld	Negativo	Recuento	15 ^a	7 ^b	22
		% dentro de Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar	68.2%	21.9%	40.7%
	Positivo	Recuento	7 ^a	25 ^b	32
		% dentro de Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar	31.8%	78.1%	59.3%
Total		Recuento	22	32	54
		% dentro de Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar	100.0%	100.0%	100.0%

Cada letra del subíndice denota un subconjunto de Lesiones asociadas en sistema Calcáneo Aquileo Plantar categorías cuyas proporciones de columna no difieren de forma significativa entre sí en el nivel .05.

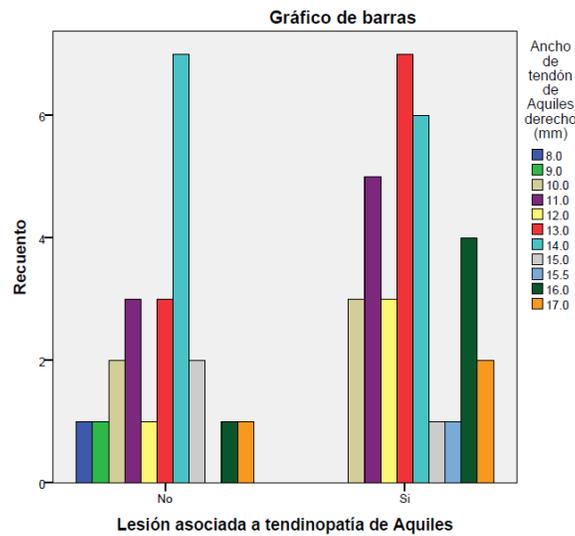
Como resultado en la table 5 se observa que los pacientes que cuentan con prueba Silverskiöld positiva tiene un 78% mayor de probabilidad de presentar Lesión asociada al SACP.

A continuación, se muestra una tabla con la comparación entre grupos de ancho del tendón de Aquiles con lesiones asociadas a tendinopatía de Aquiles. **(Tabla 6)**

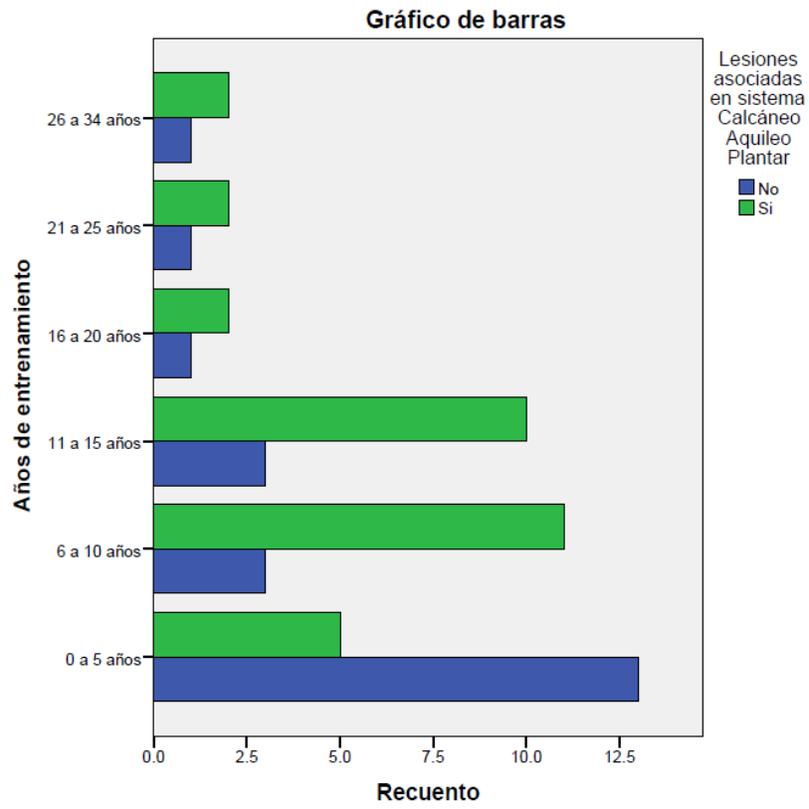
Prueba T

Estadísticas de grupo					
	Lesión asociada a tendinopatía de Aquiles	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho de tendón de Aquiles izquierdo (mm)	No	22	12.500	2.7212	.5802
	Si	32	13.131	2.0490	.3622
Ancho de tendón de Aquiles derecho (mm)	No	22	12.818	2.3019	.4908
	Si	32	13.266	2.0634	.3648

Como resultado se observa que no hay diferencia significativa en comparación del ancho del Aquiles con lesión de sistema Aquileo Calcáneo Plantar, en el siguiente gráfico se observa el desglose del ancho del tendón de Aquiles comparándolo respecto al presentar, como se observa en la **(tabla 6)** no hay diferencia significativa pero se observa que los tendones de menor grosor presentan menos lesiones asociadas en el sistema Aquileo Calcáneo Plantar **(gráfico 2)**.

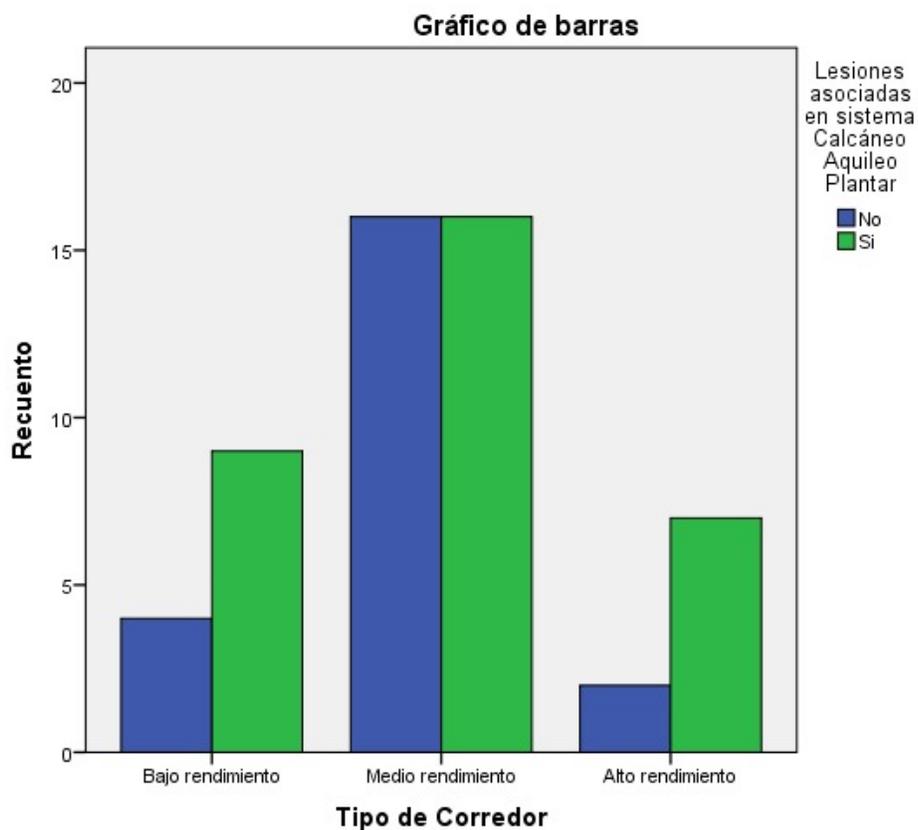


A continuación, se muestra una tabla (**grafico 3**) con la comparación entre grupos de edad con lesiones asociadas a tendinopatía de Aquiles, en donde se observa que el grupo de 6-10 años y 11-15 años muestran mayor frecuencia en la asociación de lesiones del sistema aquileo calcáneo plantar, en el grupo de 6-10 años 10 personas son las que presentaron LSCAP, y en el grupo de 11-15 años 13 personas son las que presentaron LSCAP.





A continuación, se muestra una tabla (**Grafico 4**) con la comparación entre grupos de bajo, medio y alto rendimiento con lesiones asociadas a al sistema Aquileo Calcáneo plantar, en donde se observa que el grupo de rendimiento medio que son los corredores que realizan de 40-80 km semanalmente, muestran mayor frecuencia en la asociación de lesiones del sistema aquileo calcáneo plantar, de este grupo 15 personas presentaron una lesión asociada, el grupo de personas de alto rendimiento >80 km mostro menor probabilidad de presentar lesiones vs los otros dos grupos.





A continuación, se muestra una tabla la comparación entre grupos que presentan sobrecarga de antepié con lesiones asociadas a en SACP , Se observa que 15 pacientes presentan sobrecarga de antepié y presentaron lesiones asociadas al SACP y otros 17 pacientes no presentan sobrecarga del antepié y no presentan lesiones asociadas y de la misma manera 17 pacientes no presentan sobrecarga del antepié y presentan lesiones, por lo que no es significativo **(Tabla 6)**

Recuento

		Sobrecarga de antepié		Total
		No	Si	
Lesión asociada a tendinopatía de Aquiles	No	17	5	22
	Si	17	15	32
Total		34	20	54

11. DISCUSION

El acortamiento del complejo gastrocnemio-sóleo ha sido bien documentado durante varios años en individuos espásticos y con deterioro neurológico. Desde las primeras definiciones con Silfverskiöld en 1923 que la estudiaba en este tipo de pacientes, pero no fue hasta 2007 que Di Giovanni et al. (35) y en 2012, Barouk y Barouk (3) comienzan a estudiar esta afección en individuos no espásticos, así como, sus consecuencias y su tratamiento.

Se reporta que la prevalencia de esta entidad en individuos sanos es de hasta 20%, aunque este valor aumenta de deportistas de alto rendimiento donde se han reportado cohortes desde 20-79% esto principalmente documentado en corredores [18] , lo que corresponde con los datos arrojados por Barouk y Barouk (3)



Esta patología en muchas ocasiones es sub diagnosticada por lo cual requiere de la sospecha clínica por parte del ortopedista [30, 31] para el diagnóstico clínico se requiere de la prueba de Silfverskiöld , se considera positivo cuando la flexión dorsal del tobillo pasiva es negativa o neutra cuando la rodilla está en extensión, con una aplicación fuerza moderada debajo del antepié; y mejora la dorsiflexión cuando la rodilla está en flexión, con un mínimo de 13 grados de diferencia [32] ; esta prueba es la que se consideró para diagnosticar a nuestro grupo de estudio con acortamiento de gastrocnemios, se observó que en total de 54 pacientes 32 de ellos presentaba clínicamente el acortamiento, 23 hombres y 9 mujeres lo que equivale a 59% de cada uno, a diferencia de lo reportado a nivel mundial donde el predominio es del sexo femenino para esta entidad, aunque en deportistas la proporción se invierte siendo mayormente reportado en hombres. De los pacientes que resultaron clínicamente tienen el 78% de desarrollar una lesión en el sistema aquileo calcáneo plantar asociada al acortamiento de aquiles[8]

Las relaciones clínicas reportadas en la literatura se dividen es signos directos e indirectos del acortamiento de gastrocnemios [4, 10, 11, 12, 24, 17, 24, 31], dentro de los datos directo se considera a la tendinitis de Aquiles , los calambres en gastrocnemios y datos de inestabilidad de tobillo como esguince frecuente, de los 17 interrogados 12 reportaron lesiones previas relacionadas a este a acortamiento de gastrocnemios y de estos solo 4 presentaban datos directos; los datos indirectos van desde lumbalgia por hiperlordosis (asociado hasta en 70% de los dolores lumbares) que se reportó en 3 pacientes de los positivos a acortamiento, en el retropié se reporta como dato indirecto que la inmensa mayoría presenta valgo aunque también se reportan casos de varo y fascitis plantar de los 12 pacientes que reportaron lesiones previas de nuestro estudio, 5 reportaban fascitis plantar y se observó que clínicamente no había diferencias en nuestro estudio en cuanto a la deformidad en el retropié y presentar acortamiento de gastrocnemios, sin embargo es probablemente debido a la pequeña muestra en el número de participantes aun que las tendencia sugieren que quizá al aumentar la muestra pudiera haber significancia. Otros signos indirectos son datos de sobre carga en la cabeza de los metatarsianos por mala



distribución del peso, en cuanto a este parámetro si se encontró significancia estadística ya que todos los positivos para acortamiento presentaban hiperqueratosis, al igual que presentaban pie plano esto referente a la configuración de arco plantar que también se ha descrito como dato indirecto.

Para el tratamiento de esta entidad se consideran dos tipos de manejo el conservador y el quirúrgico [1,4]. En cuanto al tratamiento conservador se reduce a los ejercicios de estiramiento para mejoría de arcos de movilidad del tobillo, si bien cierto que pueden reducir la retracción de los gastrocnemios, no lo hacen de forma definitiva, Sin embargo, los estiramientos son eficaces en dos situaciones particulares:

1. En la tendinopatía de Aquiles, y aún más en la tendinopatía no insercional [4].
2. En los deportistas: después (y no antes) del entrenamiento o la competición, pero sin que esto redunde en una disminución de las patologías debidas a la brevedad de los gastrocnemios [4, 9].

El mayor grado de recomendación para la realización de ejercicios de estiramiento son la realización de ejercicios isométrico concéntrico, ejercicios de facilitación propioceptiva neuromuscular y los estiramiento balísticos, estas realizadas en sesiones de 20-30 min tres veces al día y posterior a la realización de la actividad deportiva [33].

Para el tratamiento quirúrgico el estándar de oro es el alargamiento distal o proximal del gastrocnemio, se han observado mejoría clínica para las patologías asociadas con datos indirectos en la mayoría de los casos, sin embargo se ha reportado que no es preferible en deportistas de alto rendimiento corredores ya que se puede repercutir en su desempeño, por lo cual la indicación para alargamiento de gastrocnemios en deportistas se ha remitido a si la patología asociada limita el desempeño del atleta [4 6, 28, 29, 30].



12. CONCLUSIONES

La frecuencia de acortamiento de gastrocnemios en atletas de la disciplina de medio y alto rendimiento es de 59 % , con un 28% de mujeres y 72% en hombres, se observó que las principales patologías asociadas a esta entidad en el grupo de participantes son signos indirectos, fascitis plantar y datos de sobre carga en el antepie con metatarsalgia e hiperqueratosis en la planta del pie y signos directos como el signo de Silfverskiöld positivo ; mostrando que existe correlación del acortamiento de gastrocnemios.

Al valorar el despeño en el atleta se observa que existe cierta tendencia en que el acortamiento de gastrocnemios les da beneficio en poder realizar las pruebas para valorar el sistema aquileo- calcáneo-plantar, pero no se demuestra que pueda afectar el despeño en la realización de la actividad deportiva a menos que se vea limitado por la severidad de las patologías asociadas del acortamiento del gastrocnemio. Por eso se hace de real interés la prevención de la progresión hacia las afectaciones con ejercicios de estiramiento desde etapas iniciales hasta los atletas de alto rendimiento de la misma.

Dentro de las limitaciones que existen en el trabajo se observa que el número de muestra de participantes es pequeño y no es posible lograr diferencia significativas en todos los parámetros en cuanto a las asociaciones a otras patologías y en cuanto a poder valorar el desempeño de manera adecuada, sin embargo se cree que al aumentar el número de participantes se pueda lograr este objetivo.

Se espera que este trabajo pueda formar parte como línea de investigación que se continúe y se pueda ampliar con un protocolo de revisión. Posteriormente además sugerir un plan de tratamiento específico para las alteraciones morfológicas del sistema aquileo- calcáneo-plantar encontradas en los atletas de alto rendimiento, y de manera preventiva para evitar la formación de las mismas



13. BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

1. Chimera NJ, Castro M, Manal K., (2010), Function and strength following gastrocnemius recession for isolated gastrocnemius contracture. *Foot ankle Int* y 377–84., 31(5):.
2. Cychosz CC, Phisitkul P, Belatti DA, Glazebrook MA, DiGiovanni CW. (2015), Gastrocnemius recession for foot and ankle conditions in adults: Evidence-based recommendations. *Foot ankle Surg* y 77–85., 21(2):.
3. . Barouk, L. S., & Barouk, P. (2012). Gastrocnemios cortos. *Revista Del Pie y Tobillo*, 26(2), 7–13.
4. Kirby KA. Biomecánica del pie y la extremidad inferior III: artículos precisión 2002- 2008 PrecisionIntracost, Inc.
5. Barske HL, DiGiovanni BF, Douglass M, Nawoczenski DA. (2012) Current concepts review: isolated gastrocnemius contracture and gastrocnemius recession. *Foot Ankle Int* y 915–21., 33(10):.
6. Rodal Abal, F., García Soidán, J. L., & Arufe Giráldez, V. (2015). Factores de riesgo de lesión en atletas (Injury risk factors for runners). *Retos*, 2041(23), 70–74.
7. Giménez Salillas L, Larama Vela AM, Álvarez Medina J. Prevención de las tendinopatías en el deporte. *Arch Med Deporte*. 2014 y 205-212., 31(3):.
8. Servicio médico Fútbol Club Barcelona. Guía práctica de las tendinopatías: diagnóstico, tratamiento y prevención. *Apunts Med Esport*. 2012 y 143-168, 47(176):.
9. De Mil-Homens, LG (2018) Gastrocnemios cortos: Estudio baropodométrico del efecto de la fasciotomía del gastrocnemio medial en la sobrecarga metatarsal, (Tesis para el Doctorado en medicina) Universidad de Navarra, Pamplona, España.
10. Palastanga N, Field D, Soames R. (2007) Anatomía y movimiento humano: estructura y funcionamiento. Barcelona: Paidotribo, Editorial.
11. Maestro M, Kowalski C, Bonnel F. (2013) Gastrocnemios cortos. Elsevier Masson y 1-17, 15(4):.
12. Lorente G. M, Pérez M, Pérez B. A, Escalona M. C. (2007) Manual de miología: descripción, función y palpación de las extremidades. Barcelona: Elsevier Masson.
13. Cazeau C, Stiglitz Y. (2014). Effects of gastrocnemius tightness on forefoot during gait. *Foot Ankle Clin* y 649–57., 19(4):.
14. Walker B. (2010) La anatomía de las lesiones deportivas. Badalona: Paidotribo, Editorial.



15. Duthon VB, Lubbeke A, Duc SR, Stern R, Assal M. (2011) Noninsertional Achilles tendinopathy treated with gastrocnemius lengthening. *Foot Ankle Int.* y 375–9., 32(4):.
16. Patel, A., & DiGiovanni, B. (2011). Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot and Ankle International*, 32(1), 5–8.
17. Drakos MC, Behrens SB, Paller D, Murphy C, DiGiovanni CW. (2014), Biomechanical comparison of an open vs arthroscopic approach for lateral ankle instability. *Foot ankle Int y* 809–15., 35(8):.
18. Duthon VB, Lubbeke A, Duc SR, Stern R, Assal M. (2011) Noninsertional Achilles tendinopathy treated with gastrocnemius lengthening. *Foot Ankle Int.* y 375–9., 32(4):.
19. Maceira E, Monteagudo M. (2011) *Mecánica clínica y terapéutica pie y tobillo*. Madrid y 33, 1:45-54.
20. Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: <https://concepto.de/historia-del-atletismo/>. Última edición: 16 de julio de 2021. Consultado: 14 de octubre de 2021 - Fuente: <https://concepto.de/historia-del-atletismo/>.
21. ARPINTERO BENITEZ PEDRO, MESA RAMOS MANUEL, GONZALEZ PEREZ ILDEFONSO, SANCHEZ CASTILLEJO GASPAR, GASCON VEGUIN EMILIO, CARRETO RIBOT ANTONIO et al . Lesiones del tendón de Aquiles en corredores de larga distancia. *Rev Cubana Ortop Traumatol [Internet]*. 1.
22. Altarriba-Bartes, A., Drobnic, F., Til, L., Malliaropoulos, N., Montoro, J. B., & Irurtia, A. (2014). Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: Two Olympic periods cross-sectional retrospective study. *BMJ Open*, 4(2), 1–8.
23. Córdova, Alfredo, y otros.
24. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP. The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Med.* 2006 y 36:585-611.
25. Tenforde AS, Yin A, Hunt KJ. Foot and ankle injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2016 y 27:121-137.
26. Hennessy MS, Molloy AP, Sturdee SW. Noninsertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Clin* 2007 y 12(4):617–41, vi–vii..
27. Alfredson H, Ohberg L, Zeisig E, et al. Treatment of midportion Achilles tendinosis: similar clinical results with US and CD-guided surgery outside the tendon and sclerosing polidocanol injections. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007 y 15(12):1504–9.
28. Schepsis AA, Jones H, Haas AL. Achilles tendon disorders in athletes. *Am J Sports Med* 2002 y 30(2):287–305.
29. Teck WA, The effectiveness of corticosteroid injection in the treatment of plantar fasciitis, *Singapore Medicine Journal* 2015 y 423-432, 56(8):.



30. *Riddle D, Matthew P, Sparrow K, Impact of Demographic and Impairment Related Variables on Disability Associated With Plantar Fasciitis, Foot & Ankle International 2004; 25(5): 311-317.*
31. . Alan Whitney K. Entesopatía del tendón de Aquiles DPM, Temple University School of Podiatric Medicine. 2019 Disponible en <https://www.merckmanuals.com/es-us/hogar/trastornos-de-los-huesos,-articulaciones-y-m%C3%BAsculos/problemas-del-pie/entesopat%C3%A>.
32. Patel A, DiGiovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot Ankle Int* 2011 y 32(1):5–8.
33. DIGIOVANNI, MD, RODERICK KUO, MD, NIRMAL TEJWANI. Isolated Gastrocnemius Tightness. *THE JOURNAL OF BONE & JOINT SURGERY · JBJS.ORG VOLUME 84-A · NUMBER 6 · JUNE 2002.*
34. . De Pablos, J. (2015). Dismetrías de los Miembros Inferiores. Mba Institute, 1–20.
35. Deydén Ibarra, S. R., & Lerdo de Tejada del Ángel, M. Á. (2006). Lesión aguda del tendón de Aquiles. *Ortho-Tips*, 2(4), 270–276.
36. Brorsson, A., Grävare Silbernagel, K., Olsson, N., & Nilsson Helander, K. (2018). Calf Muscle Performance Deficits Remain 7 Years After an Achilles Tendon Rupture. *American Journal of Sports Medicine*, 46(2), 470–477.
37. Tahririan, M. A., Motififard, M., Tahmasebi, M. N., & Siavashi, B. (2012). Plantar fasciitis. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 17(8), 799–804.
38. DiGiovanni, C. W., & Langer, P. (2007). The Role of Isolated Gastrocnemius and Combined Achilles Contractures in the Flatfoot. *Foot and Ankle Clinics*, 12(2), 363–379 .
39. . Barouk, L. S., & Barouk, P. (2012). Gastrocnemios cortos. *Revista Del Pie y Tobillo*, 26(2), 7–13.
40. Palastanga N, Field D, Soames R. (2007) *Anatomía y movimiento humano: estructura y funcionamiento*. Barcelona: Paidotribo, Editorial.